

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

31. 3. 2004

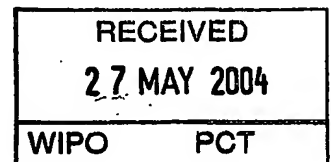
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月31日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-096090  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP2003-096090]

出願人 TDK株式会社  
Applicant(s):

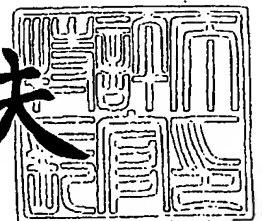


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 5月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 99P05021  
【提出日】 平成15年 3月31日  
【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01G 4/12  
H01G 4/30

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 唐津 真弘

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 金杉 将明

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 佐藤 茂樹

## 【特許出願人】

【識別番号】 000003067

【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100078031

【氏名又は名称】 大石 皓一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100121681

【氏名又は名称】 緒方 和文

【選任した代理人】

【識別番号】 100126468

【氏名又は名称】 田久保 泰夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074148

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 積層セラミック電子部品の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 支持シート上に形成され、剥離層、電極層およびセラミックグリーンシートを含む積層体ユニットを、前記積層体ユニットの表面が、支持体上に位置するように、位置決めし、前記支持体に向けて、加圧して、前記積層体ユニットを積層し、積層セラミック電子部品の製造方法であって、前記支持体が、面積  $0.01\text{ mm}^2$  あたりの表面に、前記支持体上に積層された積層体ユニットの前記セラミックグリーンシート中に、前記セラミックグリーンシートの厚さの  $1/2$  以上にわたり、突出可能な突起が 1 以下であり、面積  $100\text{ mm}^2$  あたりの表面に、前記セラミックグリーンシートを貫通可能な突起が 1 以下の表面粗さを有することを特徴とする積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項 2】 前記支持体の表面に、粘着層が形成され、前記積層体ユニットの表面が、前記粘着層の表面に接触するように、前記積層体ユニットを、前記支持体上に位置決めし、前記支持体に向けて、加圧して、前記積層体ユニットを積層することを特徴とする請求項 1 に記載の積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項 3】 前記粘着層が、前記支持体との間の接着強度が、前記支持シートと前記剥離層との間の接着強度よりも強く、かつ、それと前記セラミックグリーンシートとの間の接着強度よりも弱くなるように、前記支持体の表面に形成されたことを特徴とする請求項 2 に記載の積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項 4】 前記粘着層が、前記支持体との間の接着強度が、前記支持シートと前記セラミックグリーンシートとの間の接着強度よりも強く、かつ、それと前記剥離層との間の接着強度よりも弱くなるように、前記支持体の表面に形成されたことを特徴とする請求項 2 に記載の積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項 5】 前記粘着層が、 $0.02\text{ }\mu\text{m}$  ないし  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  の厚さを有することを特徴とする請求項 2 ないし 5 4 いずれか 1 項に記載の積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項 6】 前記粘着層が、前記セラミックグリーンシートに含まれてい



るバインダと同系のバインダを含んでいることを特徴とする請求項2ないし5のいずれか1項に記載の積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項7】 前記粘着層が、前記セラミックグリーンシートに含まれている可塑剤と同系の可塑剤を含んでいることを特徴とする請求項2ないし6のいずれか1項に記載の積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項8】 前記粘着層が、前記セラミックグリーンシートに含まれている誘電体と同一組成の誘電体を含んでいることを特徴とする請求項2ないし7のいずれか1項に記載の積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項9】 前記支持体が、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ポリフェニレンエーテルおよびポリエチレンテレフタレートよりなる群から選ばれるプラスチック材料によって形成されたことを特徴とする請求項1ないし8のいずれか1項に記載の積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項10】 前記セラミックグリーンシートが、 $3\mu\text{m}$ 以下の厚さを有することを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1項に記載の積層セラミック電子部品の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、積層セラミック電子部品の製造方法に関するものであり、さらに詳細には、セラミックグリーンシートと電極層を含む積層体ユニットの損傷を確実に防止しつつ、効率的に、所望の数の積層体ユニットを積層して、積層セラミック電子部品の製造することができる積層セラミック電子部品の製造方法に関するものである。

#### 【0002】

#### 【従来の技術】

近年、各種電子機器の小型化にともなって、電子機器に実装される電子部品の小型化および高性能化が要求されるようになっており、積層セラミックコンデンサなどの積層セラミック電子部品においても、積層数の増加、積層単位の薄層化が強く要求されている。

**【0003】**

積層セラミックコンデンサによって代表される積層セラミック電子部品を製造するには、まず、セラミック粉末と、アクリル樹脂、ブチラール樹脂などのバインダと、フタル酸エステル類、グリコール類、アジピン酸、燐酸エステル類などの可塑剤と、トルエン、メチルエチルケトン、アセトンなどの有機溶媒を混合分散して、誘電体ペーストを調製する。

**【0004】**

次いで、誘電体ペーストを、エクストルージョンコーターやグラビアコーターを用いて、ポリエチレンテレフタレート（PET）やポリプロピレン（PP）などによって形成された支持シート上に、塗布し、加熱して、塗膜を乾燥させ、セラミックグリーンシートを作製する。

**【0005】**

さらに、セラミックグリーンシート上に、ニッケルなどの電極ペーストを、スクリーン印刷機などによって、所定のパターンで、印刷し、乾燥させて、電極層を形成する。

**【0006】**

電極層が形成されると、電極層が形成されたセラミックグリーンシートを支持シートから剥離して、セラミックグリーンシートと電極層を含む積層体ユニットを形成し、所望の数の積層体ユニットを積層して、加圧し、得られた積層体を、チップ状に切断して、グリーンチップを作製する。

**【0007】**

最後に、グリーンチップからバインダを除去して、グリーンチップを焼成し、外部電極を形成することによって、積層セラミックコンデンサなどの積層セラミック電子部品が製造される。

**【0008】**

電子部品の小型化および高性能化の要請によって、現在では、積層セラミックコンデンサの層間厚さを決定するセラミックグリーンシートの厚さを $3\mu\text{m}$ あるいは $2\mu\text{m}$ 以下にすることが要求され、300以上のセラミックグリーンシートと電極層を含む積層体ユニットを積層することが要求されている。

## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

その結果、従来のように、積層セラミックコンデンサの外層上に、必要な数のセラミックグリーンシートと電極層を含む積層体ユニットを積層する場合には、外層上に、最初に積層された積層体ユニットは、300回以上も加圧されることになり、損傷を受けやすいため、積層体ユニットを、たとえば、50枚ずつ、積層して、複数の積層体ブロックを形成し、複数の積層体ブロックを、積層セラミックコンデンサの外層上に、積層することが必要になる。

## 【0010】

しかしながら、積層セラミックコンデンサの外層上に、必要な数のセラミックグリーンシートと電極層を含む積層体ユニットを積層する場合には、外層を金型上に固定して、積層体ユニットを積層することができたが、積層体ユニットどうしと積層する場合には、セラミックグリーンシートと電極層を含む積層体ユニットを金型上に固定して、積層体ユニットを積層すると、積層体ユニットが損傷されるおそれが高いという問題があった。

## 【0011】

したがって、本発明は、セラミックグリーンシートと電極層を含む積層体ユニットの損傷を確実に防止しつつ、効率的に、所望の数の積層体ユニットを積層して、積層セラミック電子部品を製造することができる積層セラミック電子部品の製造方法を提供することを目的とするものである。

## 【0012】

## 【課題を解決するための手段】

本発明のかかる目的は、支持シート上に形成され、剥離層、電極層およびセラミックグリーンシートを含む積層体ユニットを、前記積層体ユニットの表面が、支持体上に位置するように、位置決めし、前記支持体に向けて、加圧して、前記積層体ユニットを積層し、積層セラミック電子部品を製造する方法であって、前記支持体が、面積  $0.01\text{ mm}^2$  あたりの表面に、前記支持体上に積層された積層体ユニットの前記セラミックグリーンシート中に、前記セラミックグリーンシートの厚さの  $1/2$  以上にわたり、突出可能な突起が1以下であり、面積100

mm<sup>2</sup>あたりの表面に、前記セラミックグリーンシートを貫通可能な突起が1以下の表面粗さを有することを特徴とする積層セラミック電子部品の製造方法によって達成される。

#### 【0013】

本発明によれば、支持シート上に形成され、剥離層、電極層およびセラミックグリーンシートを含む積層体ユニットを、積層体ユニットの表面が、支持体上に位置するように、位置決めし、支持体に向けて、加圧して、積層体ユニットを積層し、積層セラミック電子部品の製造するように構成されているから、所望の数の積層体ユニットを積層して、積層セラミック電子部品の製造する際に、積層体ユニットが損傷されることを効果的に防止することが可能になる。

#### 【0014】

また、支持体は、ハンドリングを容易にするために、支持体には、通常、ファイラーが充填され、支持体の表面には、突起が形成されているから、セラミックグリーンシートを薄層化した場合には、積層体ユニットを、加圧して、支持体上に積層したときに、支持体の表面に形成された突起によって、セラミックグリーンシートが損傷され、セラミックグリーンシートと電極層を含む多数の積層体ユニットを積層して、作製された積層セラミック電子部品にショート不良が生じるおそれがある。しかしながら、本発明によれば、支持体は、面積0.01mm<sup>2</sup>あたりの表面に、粘着層上に積層されたセラミックグリーンシート中に、セラミックグリーンシートの厚さの1/2以上にわたり、突出可能な突起が1以下であり、面積100mm<sup>2</sup>あたりの表面に、セラミックグリーンシートを貫通可能な突起が1以下の表面粗さを有しているから、セラミックグリーンシートを薄層化した場合においても、積層体ユニットを加圧して、支持体上に積層するときに、支持体の表面に形成された突起によって、セラミックグリーンシートが損傷され、セラミックグリーンシートと電極層を含む多数の積層体ユニットを積層して、作製された積層セラミック電子部品にショート不良が生じることを効果的に防止することが可能になる。

#### 【0015】

本発明において、セラミックグリーンシート中に、セラミックグリーンシート

の厚さの $1/2$ 以上にわたり、突出可能な突起とは、セラミックグリーンシート中に、セラミックグリーンシートの厚さの $1/2$ 以上にわたり、突出することができる高さを有する突起を意味し、現実には、その突起が、セラミックグリーンシートの厚さの $1/2$ 以上にわたり、突出しているか否かは問わない。

#### 【0016】

また、本発明において、セラミックグリーンシートを貫通可能な突起とは、セラミックグリーンシートを貫通することができる高さを有する突起を意味し、現実には、その突起が、セラミックグリーンシートを貫通しているか否かは問わない。

#### 【0017】

本発明の好ましい実施態様においては、前記支持体が、面積 $0.01\text{mm}^2$ あたりの表面に、前記粘着層上に積層された前記セラミックグリーンシート中に、前記セラミックグリーンシートの厚さの $1/2$ 以上にわたって、突出可能な突起が1以下であり、面積 $100\text{mm}^2$ あたりの表面に、前記セラミックグリーンシートを貫通可能な突起が1以下で、かつ、面積 $1\text{mm}^2$ あたりの表面に、前記セラミックグリーンシート中に、 $0.3\mu\text{m}$ 以上にわたり、突出可能な突起が1以下の表面粗さを有している。

#### 【0018】

本発明において、セラミックグリーンシート中に、 $0.3\mu\text{m}$ 以上にわたり、突出可能な突起とは、セラミックグリーンシート中に、 $0.3\mu\text{m}$ 以上にわたり、突出することができる高さを有する突起を意味し、現実には、その突起が、セラミックグリーンシート中に、 $0.3\mu\text{m}$ 以上にわたり、突出しているか否かは問わない。

#### 【0019】

本発明の好ましい実施態様においては、前記支持体の表面に、粘着層が形成され、前記セラミックグリーンシートの表面が、前記粘着層の表面に接触するように、前記積層体ユニットを、前記支持体上に位置決めし、前記支持体に向けて、加圧して、前記積層体ユニットを積層するように構成されている。

#### 【0020】

本発明の好ましい実施態様においては、前記粘着層が、前記支持体との間の接着強度が、前記支持シートと前記剥離層との間の接着強度よりも強く、かつ、それと前記セラミックグリーンシートとの間の接着強度よりも弱くなるように、前記支持体の表面に形成されている。

#### 【0021】

本発明の好ましい実施態様によれば、粘着層が、支持体との間の接着強度が、支持シートと剥離層との間の接着強度よりも強く、かつ、それとセラミックグリーンシートとの間の接着強度よりも弱くなるように、支持体の表面に形成されているから、積層体ユニットが、支持シート上に、剥離層、電極層およびセラミックグリーンシートが、この順に、積層されて形成され、セラミックグリーンシートの表面が、粘着層の表面に接触するように、積層体ユニットを位置決めして、支持体上に積層する場合には、支持体上に積層された積層体ユニットの剥離層から、支持シートを容易に剥離することができ、支持体上に積層された積層体ユニットの剥離層上に、効率的に、新たな積層体ユニットを積層することが可能になる。

#### 【0022】

また、本発明の好ましい実施態様によれば、粘着層が、支持体との間の接着強度が、支持シートと剥離層との間の接着強度よりも強く、かつ、それとセラミックグリーンシートとの間の接着強度よりも弱くなるように、支持体の表面に形成されているから、積層体ユニットが、支持シート上に、剥離層、電極層およびセラミックグリーンシートが、この順に、積層されて形成され、セラミックグリーンシートの表面が、粘着層の表面に接触するように、積層体ユニットを位置決めして、支持体上に積層する場合には、支持体上に積層された積層体ユニットの剥離層から、支持シートを剥離した後に、セラミックグリーンシートの表面に、接着層が形成された積層体ユニットを、支持体上に積層された積層体ユニットの剥離層上に、接着層を介して、積層するステップを繰り返して、所定の数の積層体ユニットが、支持体上に積層された積層体ブロックを形成し、積層セラミックコンデンサの外層などの上に、積層体ブロックを積層した後に、粘着層がセラミックグリーンシートに接着したまま、支持体のみを粘着層から剥離させて、取り除

くことができ、したがって、外層などの上に積層された積層体ブロック上に、さらに、新たな積層体ブロックを積層するときに、新たな積層体ブロックに、接着層を形成する必要があるから、効率的に、積層セラミック電子部品を製造することが可能になる。

#### 【0023】

本発明の別の好ましい実施態様においては、前記粘着層が、前記支持体との間の接着強度が、前記支持シートと前記セラミックグリーンシートとの間の接着強度よりも強く、かつ、それと前記剥離層との間の接着強度よりも弱くなるように、前記支持体の表面に形成されている。

#### 【0024】

本発明の別の好ましい実施態様によれば、粘着層が、支持体との間の接着強度が、支持シートとセラミックグリーンシートとの間の接着強度よりも強く、かつ、それと剥離層との間の接着強度よりも弱くなるように、支持体の表面に形成されているから、積層体ユニットが、支持シート上に、セラミックグリーンシート、電極層および剥離層が、この順に、積層されて形成され、剥離層の表面が、粘着層の表面に接触するように、積層体ユニットを位置決めして、支持体上に積層する場合には、支持体上に積層された積層体ユニットのセラミックグリーンシートから、支持シートを容易に剥離することができ、支持体上に積層された積層体ユニットのセラミックグリーンシート上に、効率的に、新たな積層体ユニットを積層することが可能になる。

#### 【0025】

また、本発明の別の好ましい実施態様によれば、粘着層が、支持体との間の接着強度が、支持シートとセラミックグリーンシートとの間の接着強度よりも強く、かつ、それと剥離層との間の接着強度よりも弱くなるように、支持体の表面に形成されているから、積層体ユニットが、支持シート上に、セラミックグリーンシート、電極層および剥離層が、この順に、積層されて形成され、剥離層の表面が、粘着層の表面に接触するように、積層体ユニットを位置決めして、支持体上に積層する場合には、支持体上に積層された積層体ユニットのセラミックグリーンシートから、支持シートを剥離した後に、剥離層の表面に、接着層が形成され

た積層体ユニットを、支持体上に積層された積層体ユニットのセラミックグリーンシート上に、接着層を介して、積層するステップを繰り返して、所定の数の積層体ユニットが、支持体上に積層された積層体ブロックを形成し、積層セラミックコンデンサの外層などの上に、積層体ブロックを積層した後に、粘着層が剥離層に接着したまま、支持体のみをセラミックグリーンシートから剥離させて、取り除くことができ、したがって、外層などの上に積層された積層体ブロック上に、さらに、新たな積層体ブロックを積層するときに、新たな積層体ブロックに、接着層を形成する必要があるから、効率的に、積層セラミック電子部品を製造することが可能になる。

#### 【0026】

本発明において、セラミックグリーンシートを形成するために用いる誘電体ペーストは、通常、誘電体原料と、有機溶剤中にバイндаを溶解させた有機ビヒクルを混練して、調製される。

#### 【0027】

誘電体原料としては、複合酸化物や酸化物となる各種化合物、たとえば、炭酸塩、硝酸塩、水酸化物、有機金属化合物などから適宜選択され、これらを混合して、用いることができる。誘電体原料は、通常、平均粒子径が約  $0.1 \mu\text{m}$  ないし約  $3.0 \mu\text{m}$  程度の粉末として用いられる。誘電体原料の粒径は、セラミックグリーンシートの厚さより小さいことが好ましい。

#### 【0028】

有機ビヒクルに用いられるバイндаは、とくに限定されるものではなく、エチルセルロース、ポリビニルブチラール、アクリル樹脂などの通常の各種バイндаが用いることができるが、セラミックグリーンシートを薄層化するためには、ポリビニルブチラールなどのブチラール系樹脂が、好ましく用いられる。

#### 【0029】

有機ビヒクルに用いられる有機溶剤も、とくに限定されるものではなく、テルピネオール、ブチルカルピトール、アセトン、トルエンなどの有機溶剤が用いられる。

#### 【0030】



本発明において、誘電体ペーストは、誘電体原料と、水中に水溶性バインダを溶解させたビヒクルを混練して、生成することもできる。

#### 【0031】

水溶性バインダは、とくに限定されるものではなく、ポリビニルアルコール、メチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、水溶性アクリル樹脂、エマルジョンなどが用いられる。

#### 【0032】

誘電体ペースト中の各成分の含有量は、とくに限定されるものではなく、たとえば、約1重量%ないし約5重量%のバインダと、約10重量%ないし約50重量%の溶剤を含むように、誘電体ペーストを調製することができる。

#### 【0033】

誘電体ペースト中には、必要に応じて、各種分散剤、可塑剤、誘電体、副成分化合物、ガラスフリット、絶縁体などから選択される添加物が含有されていてもよい。誘電体ペースト中に、これらの添加物を添加する場合には、総含有量を、約10重量%以下にすることが望ましい。バインダ樹脂として、ブチラール系樹脂を用いる場合には、可塑剤の含有量は、バインダ樹脂100重量部に対して、約25重量部ないし約100重量部であることが好ましい。可塑剤が少なすぎると、生成されたセラミックグリーンシートが脆くなる傾向があり、多すぎると、可塑剤が滲み出して、取り扱いが困難になり、好ましくない。

#### 【0034】

本発明において、セラミックグリーンシートは、誘電体ペーストを、第一の支持シート上に塗布し、乾燥して、作製される。

#### 【0035】

誘電体ペーストは、エクストルージョンコーターやワイヤーバーコーターなどを用いて、第一の支持シート上に塗布され、塗膜が形成される。

#### 【0036】

第一の支持シートとしては、たとえば、ポリエチレンテレフタレートフィルムなどが用いられ、剥離性を改善するために、その表面に、シリコン樹脂、アルキド樹脂などがコーティングされる。第一の支持シートの厚さは、とくに限定され

るものではないが、好ましくは、約  $5\mu\text{m}$  ないし約  $100\mu\text{m}$  である。

#### 【0037】

本発明において、好ましくは、第一の支持シートは、面積  $0.01\text{mm}^2$  あたりの表面に、その表面に形成されたセラミックグリーンシート中に、セラミックグリーンシートの厚さの  $1/2$  以上にわたり、突出可能な突起が1以下であり、面積  $100\text{mm}^2$  あたりの表面に、セラミックグリーンシートを貫通可能な突起が1以下の表面粗さを有している。

#### 【0038】

こうして形成された塗膜は、たとえば、約  $50^\circ\text{C}$  ないし約  $100^\circ\text{C}$  の温度で、約1分ないし約20分にわたって、乾燥され、支持シート上に、セラミックグリーンシートが形成される。

#### 【0039】

本発明において、乾燥後におけるセラミックグリーンシートの厚さが  $3\mu\text{m}$  以下であることが好ましく、さらに好ましくは、 $1.5\mu\text{m}$  以下である。

#### 【0040】

本発明において、積層体ユニットの電極層を形成するにあたっては、第一の支持シートとは別に、第二の支持シートが準備され、第二の支持シート上に、スクリーン印刷機やグラビア印刷機などの印刷機を用いて、電極ペーストが印刷されて、電極層が形成される。

#### 【0041】

第二の支持シートとしては、たとえば、ポリエチレンテレフタレートフィルムなどが用いられ、剥離性を改善するために、その表面に、シリコン樹脂、アルキド樹脂などがコーティングされる。第二の支持シートの厚さは、とくに限定されるものではなく、セラミックグリーンシートが形成される支持シートの厚さと同じであっても、異なってもよいが、好ましくは、約  $5\mu\text{m}$  ないし約  $100\mu\text{m}$  である。

#### 【0042】

本発明において、好ましくは、第二の支持シートは、面積  $0.01\text{mm}^2$  あたりの表面に、後述する接着層を介して、電極層とセラミックグリーンシートを接

着したときに、セラミックグリーンシート中に、セラミックグリーンシートの厚さの $1/2$ 以上にわたって、突出可能な突起が1以下であり、かつ、面積 $100\text{ mm}^2$ あたりの表面に、接着層を介して、電極層とセラミックグリーンシートを接着したときに、セラミックグリーンシートを貫通可能な突起が1以下である表面粗さを有している。

#### 【0043】

本発明において、第二の支持シート上に、電極層を形成するのに先立って、まず、誘電体ペーストが調製され、第二の支持シート上に塗布されて、剥離層が、第二の支持シート上に形成される。

#### 【0044】

剥離層を形成するための誘電体ペーストは、好ましくは、セラミックグリーンシートに含まれている誘電体と同一組成の誘電体の粒子を含んでいる。

#### 【0045】

剥離層を形成するための誘電体ペーストは、誘電体粒子以外に、バインダと、任意成分として、可塑剤および剥離剤とを含んでいる。誘電体粒子の粒径は、セラミックグリーンシートに含まれる誘電体粒子の粒径と同じでもよいが、より小さいことが好ましい。

#### 【0046】

バインダとしては、たとえば、アクリル樹脂、ポリビニルブチラール、ポリビニルアセタール、ポリビニルアルコール、ポリオレフィン、ポリウレタン、ポリスチレン、または、これらの共重合体、または、これらのエマルジョンを用いることができる。

#### 【0047】

剥離層を形成するための誘電体ペーストに含まれているバインダは、セラミックグリーンシートに含まれているバインダと同系であっても、同系でなくてもよいが、同系のバインダであることが好ましい。

#### 【0048】

剥離層を形成するための誘電体ペーストは、誘電体粒子100重量部に対して、好ましくは、約2.5重量部ないし約200重量部、さらに好ましくは、約5

重量部ないし約30重量部、とくに好ましくは、約8重量部ないし約30重量部のバインダを含んでいる。

#### 【0049】

可塑剤は、とくに限定されるものではなく、たとえば、フタル酸エステル、アジピン酸、リン酸エステル、グリコール類などを挙げることができる。剥離層を形成するための誘電体ペーストに含まれる可塑剤は、セラミックグリーンシートに含まれる可塑剤と同系であっても、同系でなくてもよい。

#### 【0050】

剥離層を形成するための誘電体ペーストは、バインダ100重量部に対して、約0重量部ないし約200重量部、好ましくは、約20重量部ないし約200重量部、さらに好ましくは、約50重量部ないし約100重量部の可塑剤を含んでいる。

#### 【0051】

剥離層を形成するための誘電体ペーストに含まれる剥離剤は、とくに限定されるものではなく、たとえば、パラフィン、ワックス、シリコン油などを挙げることができる。

#### 【0052】

剥離層を形成するための誘電体ペーストは、バインダ100重量部に対して、約0重量部ないし約100重量部、好ましくは、約2重量部ないし約50重量部、さらに好ましくは、約5重量部ないし約20重量部の剥離剤を含んでいる。

#### 【0053】

本発明において、剥離層に含まれる誘電体に対するバインダの含有割合が、セラミックグリーンシートに含まれる誘電体に対するバインダの含有割合と同等、あるいは、それよりも低いことが好ましい。また、剥離層に含まれる誘電体に対する可塑剤の含有割合が、セラミックグリーンシートに含まれる誘電体に対する可塑剤の含有割合と同等、あるいは、高いことが好ましい。さらに、剥離層に含まれる誘電体に対する離型剤の含有割合が、セラミックグリーンシートに含まれる誘電体に対する離型剤の含有割合よりも高いことが好ましい。

#### 【0054】

このような組成を有する剥離層を形成することにより、セラミックグリーンシートをきわめて薄層化しても、剥離層の強度を、グリーンシートの破壊強度よりも低くすることができ、第二の支持シートを剥離する際に、セラミックグリーンシートが破壊されることを確実に防止することが可能になる。

#### 【0055】

剥離層は、ワイヤーバーコーターなどを用いて、第二の支持シート上に、誘電体ペーストを塗布することによって、形成される。

#### 【0056】

剥離層の厚さは、その上に形成される電極層の厚さ以下であることが好ましく、好ましくは、電極層の厚さの約60%以下、さらに好ましくは、電極層の厚さの約30%以下である。

#### 【0057】

剥離層の形成後、剥離層は、たとえば、約50℃ないし約100℃で、約1分ないし約10分にわたって、乾燥される。

#### 【0058】

剥離層が乾燥された後、剥離層の表面上に、焼成後に、内部電極層を構成する電極層が、所定パターンで形成される。

#### 【0059】

本発明において、電極層を形成するために用いられる電極ペーストは、各種導電性金属や合金からなる導電体材料、焼成後に、各種導電性金属や合金からなる導電体材料となる各種酸化物、有機金属化合物、または、レジネートなどと、有機溶剤中にバインダを溶解させた有機ビヒクルとを混練して、調製される。

#### 【0060】

電極ペーストを製造する際に用いる導電体材料としては、Ni、Ni合金あるいはこれらの混合物が、好ましく用いられる。導電体材料の形状は、とくに限定されるものではなく、球状でも、鱗片状でも、あるいは、これらの形状のものが混合されていてもよい。また、導電体材料の平均粒子径は、とくに限定されるものではないが、通常、約0.1  $\mu\text{m}$ ないし約2  $\mu\text{m}$ 、好ましくは、約0.2  $\mu\text{m}$ ないし約1  $\mu\text{m}$ の導電性材料が用いられる。

## 【0061】

有機ビヒクルに用いられるバインダは、とくに限定されるものではなく、エチルセルロース、アクリル樹脂、ポリビニルブチラール、ポリビニルアセタール、ポリビニルアルコール、ポリオレフィン、ポリウレタン、ポリスチレン、あるいは、これらの共重合体などを用いることができるが、とくに、ポリビニルブチラールなどのブチラール系バインダが好ましく用いられる。

## 【0062】

電極ペーストは、導電体材料100重量部に対して、好ましくは、約2.5重量部ないし約20重量部のバインダを含んでいる。

## 【0063】

溶剤としては、たとえば、テルピネオール、ブチルカルビトール、ケロシンなど、公知の溶剤を用いることができる。溶剤の含有量は、電極ペースト全体に対して、好ましくは、約20重量%ないし約55重量%である。

## 【0064】

接着性を改善するために、電極ペーストが、可塑剤を含んでいることが好ましい。

## 【0065】

電極ペーストに含まれる可塑剤は、とくに限定されるものではなく、たとえば、フタル酸ベンジルブチル (BBP) などのフタル酸エステル、アジピン酸、燐酸エステル、グリコール類などを挙げることができる。電極ペーストは、バインダ100重量部に対して、好ましくは、約10重量部ないし約300重量部、さらに好ましくは、約10重量部ないし約200重量部の可塑剤を含んでいることが好ましい。

## 【0066】

可塑剤の添加量が多すぎると、電極層の強度が著しく低下する傾向があり、好ましくない。

## 【0067】

電極層は、スクリーン印刷機やグラビア印刷機などの印刷機を用いて、第二の支持シート上に形成された剥離層の表面に、電極ペーストを印刷することによ

て、形成される。

#### 【0068】

電極層の厚さは、約  $0.1\ \mu\text{m}$  ないし約  $5\ \mu\text{m}$  の厚さに形成されることが好ましく、より好ましくは、約  $0.1\ \mu\text{m}$  ないし約  $1.5\ \mu\text{m}$  である。

#### 【0069】

本発明において、好ましくは、第二の支持シート上に形成された剥離層の表面の電極層が形成されていない部分に、さらに、スクリーン印刷機やグラビア印刷機などの印刷機を用いて、電極層と相補的なパターンで、誘電体ペーストが印刷されて、スペーサ層が形成される。

#### 【0070】

電極層の形成に先立って、第二の支持シート上に形成された剥離層の表面に、電極層と相補的なパターンで、スペーサ層を形成することもできる。

#### 【0071】

本発明において、スペーサ層を形成するために用いる誘電体ペーストは、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストと同様にして、調製される。

#### 【0072】

スペーサ層を形成するための誘電体ペーストは、好ましくは、セラミックグリーンシートに含まれている誘電体と同一組成の誘電体の粒子を含んでいる。

#### 【0073】

スペーサ層を形成するための誘電体ペーストは、誘電体粒子以外に、バインダと、任意成分として、可塑剤および剥離剤とを含んでいる。誘電体粒子の粒径は、セラミックグリーンシートに含まれる誘電体粒子の粒径と同じでもよいが、より小さいことが好ましい。

#### 【0074】

バインダとしては、たとえば、アクリル樹脂、ポリビニルブチラール、ポリビニルアセタール、ポリビニルアルコール、ポリオレフィン、ポリウレタン、ポリスチレン、または、これらの共重合体、または、これらのエマルジョンを用いることができる。

## 【0075】

スペーサ層を形成するための誘電体ペーストに含まれているバインダは、セラミックグリーンシートに含まれているバインダと同系であっても、同系でなくてもよいが、同系であることが好ましい。

## 【0076】

スペーサ層を形成するための誘電体ペーストは、誘電体粒子100重量部に対して、好ましくは、約2.5重量部ないし約200重量部、さらに好ましくは、約4重量部ないし約15重量部、とくに好ましくは、約6重量部ないし約10重量部のバインダを含んでいる。

## 【0077】

スペーサ層を形成するための誘電体ペーストに含まれている可塑剤は、とくに限定されるものではなく、たとえば、フタル酸エステル、アジピン酸、燐酸エステル、グリコール類などを挙げることができる。スペーサ層を形成するための誘電体ペーストに含まれる可塑剤は、セラミックグリーンシートに含まれる可塑剤と同系であっても、同系でなくてもよい。

## 【0078】

スペーサ層を形成するための誘電体ペーストは、バインダ100重量部に対して、約0重量部ないし約200重量部、好ましくは、約20重量部ないし約200重量部、さらに好ましくは、約50重量部ないし約100重量部の可塑剤を含んでいる。

## 【0079】

スペーサ層を形成するための誘電体ペーストに含まれる剥離剤は、とくに限定されるものではなく、たとえば、パラフィン、ワックス、シリコン油などを挙げることができる。

## 【0080】

スペーサ層を形成するための誘電体ペーストは、バインダ100重量部に対して、約0重量部ないし約100重量部、好ましくは、約2重量部ないし約50重量部、より好ましくは、約5重量部ないし約20重量部の剥離剤を含んでいる。

## 【0081】



本発明において、電極層およびスペーサ層は、 $0.7 \leq t_s / t_e \leq 1.3$  ( $t_s$  は、スペーサ層の厚さであり、 $t_e$  は、電極層の厚さである。) を満たすように形成されることが好ましく、より好ましくは、 $0.8 \leq t_s / t_e \leq 1.2$ 、さらに好ましくは、 $0.9 \leq t_s / t_e \leq 1.2$  を満たすように形成される。

#### 【0082】

電極層およびスペーサ層は、たとえば、約70℃ないし120℃の温度で、約5分ないし約15分にわたって、乾燥される。電極層およびスペーサ層の乾燥条件は、とくに限定されるものではない。

#### 【0083】

セラミックグリーンシートと、電極層およびスペーサ層は、セラミックグリーンシートあるいは電極層およびスペーサ層の表面に転写された接着層を介して、接着され、接着層を形成するために、第三の支持シートが用意される。

#### 【0084】

第三の支持シートとしては、たとえば、ポリエチレンテレフタレートフィルムなどが用いられ、剥離性を改善するために、その表面に、シリコン樹脂、アルキド樹脂などがコーティングされる。第三の支持シートの厚さは、とくに限定されるものではないが、好ましくは、約5  $\mu\text{m}$  ないし約100  $\mu\text{m}$  である。

#### 【0085】

本発明において、接着層が、セラミックグリーンシートの表面に転写され、セラミックグリーンシートと、電極層およびスペーサ層が、接着層を介して、接着されるときは、第三の支持シートは、面積0.01  $\text{mm}^2$  あたりの表面に、接着層をセラミックグリーンシートの表面に転写したときに、セラミックグリーンシート中に、セラミックグリーンシートの厚さの1/2以上にわたり、突出可能な突起が1以下であり、かつ、面積100  $\text{mm}^2$  あたりの表面に、接着層をセラミックグリーンシートの表面に転写したときに、セラミックグリーンシートを貫通可能な突起が1以下である表面粗さを有している。

#### 【0086】

接着層は、第三の支持シート上に、接着剤溶液が塗布されて、形成される。

#### 【0087】

本発明において、接着剤溶液は、バインダと、任意成分として、可塑剤、剥離剤および帯電防止剤を含んでいる。

#### 【0088】

接着剤溶液は、セラミックグリーンシートに含まれている誘電体粒子と同一組成の誘電体粒子を含んでいてもよい。接着剤溶液が、誘電体粒子を含んでいる場合には、誘電体粒子のバインダ重量に対する割合が、セラミックグリーンシートに含まれている誘電体粒子のバインダ重量に対する割合より小さいことが好ましい。

#### 【0089】

接着剤溶液に含まれるバインダは、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれるバインダと同系であることが好ましいが、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれるバインダと同系でなくてもよい。

#### 【0090】

接着剤溶液に含まれる可塑剤は、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれる可塑剤と同系であることが好ましいが、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれる可塑剤と同系でなくてもよい。

#### 【0091】

可塑剤の含有量は、バインダ100重量部に対して、約0重量部ないし約200重量部、好ましくは、約20重量部ないし約200重量部、さらに好ましくは、約50重量部ないし約100重量部である。

#### 【0092】

本発明において、好ましくは、接着剤溶液は、バインダの0.01重量%ないし15重量%の帯電防止剤を含み、さらに好ましくは、バインダの0.01重量%ないし10重量%の帯電防止剤を含んでいる。

#### 【0093】

本発明において、接着剤溶液に含まれる帯電防止剤は、吸湿性を有する有機溶剤であればよく、たとえば、エチレングリコール；ポリエチレングリコール；2

ー3ブタンジオール；グリセリン；イミダゾリン系界面活性剤、ポリアルキレングリコール誘導体系界面活性剤、カルボン酸アミジン塩系界面活性剤などの両性界面活性剤などが、接着剤溶液に含まれる帯電防止剤として使用することができる。

#### 【0094】

これらの帯電防止剤の中では、少量で、静電気を防止することが可能であるとともに、小さい剥離力で、接着層から、第三の支持シートを剥離することが可能であるため、イミダゾリン系界面活性剤、ポリアルキレングリコール誘導体系界面活性剤、カルボン酸アミジン塩系界面活性剤などの両性界面活性剤が好ましく、イミダゾリン系界面活性剤は、とくに小さな剥離力で、接着層から、第三の支持シートを剥離することができるため、とくに好ましい。

#### 【0095】

接着剤溶液は、たとえば、バーコータ、エクストルージョンコータ、リバースコータ、ディップコーター、キスコーターなどによって、第三の支持シート上に塗布され、好ましくは、約 $0.02\mu\text{m}$ ないし約 $0.3\mu\text{m}$ 、より好ましくは、約 $0.02\mu\text{m}$ ないし約 $0.1\mu\text{m}$ の厚さの接着層が形成される。接着層の厚さが、約 $0.02\mu\text{m}$ 未満の場合には、接着力が低下し、一方、接着層の厚さが、約 $0.3\mu\text{m}$ を越えると、欠陥（隙間）の発生原因となり、好ましくない。

#### 【0096】

接着層は、たとえば、室温（ $25^{\circ}\text{C}$ ）ないし約 $80^{\circ}\text{C}$ の温度で、約1分ないし約5分にわたって、乾燥される。接着層の乾燥条件は、とくに限定されるものではない。

#### 【0097】

第三の支持シート上に形成された接着層は、第二の支持シート上に形成された電極層およびスペーサ層の表面あるいは第一の支持シート上に形成されたセラミックグリーンシートの表面に転写される。

#### 【0098】

接着層を、第二の支持シート上に形成された電極層およびスペーサ層の表面に転写する場合には、接着層が、第二の支持シート上に形成されたスペーサ層およ

び電極層の表面に接触した状態で、約40℃ないし約100℃の温度下で、接着層と、電極層およびスペーサ層とが、約0.2MPaないし約15MPaの圧力で、好ましくは、約0.2MPaないし約6MPaの圧力で、加圧されて、接着層が、電極層およびスペーサ層の表面上に転写され、その後、第三の支持シートが接着層から剥離される。

#### 【0099】

接着層を、電極層およびスペーサ層の表面に転写するにあたっては、電極層およびスペーサ層が形成された第二の支持シートと、接着層が形成された第三の支持シートを、プレス機を用いて、加圧しても、一對の加圧ローラを用いて、加圧してもよいが、一對の加圧ローラによって、第二の支持シートと第三の支持シートを加圧することが好ましい。

#### 【0100】

接着層を、第一の支持シート上に形成されたセラミックグリーンシートの表面に転写する場合には、接着層が、第一の支持シート上に形成されたセラミックグリーンシートの表面に接触した状態で、約40℃ないし約100℃の温度下で、接着層と、セラミックグリーンシートとが、約0.2MPaないし約15MPaの圧力で、好ましくは、約0.2MPaないし約6MPaの圧力で、加圧されて、接着層が、セラミックグリーンシートの表面上に転写され、その後、第三の支持シートが接着層から剥離される。

#### 【0101】

接着層を、セラミックグリーンシートの表面に転写するにあたっては、セラミックグリーンシートが形成された第一の支持シートと、接着層が形成された第三の支持シートを、プレス機を用いて、加圧しても、一對の加圧ローラを用いて、加圧してもよいが、一對の加圧ローラによって、第一の支持シートと第三の支持シートを加圧することが好ましい。

#### 【0102】

次いで、セラミックグリーンシートと、電極層およびスペーサ層とが、接着層を介して、接着される。

#### 【0103】

セラミックグリーンシートと、電極層およびスペーサ層は、接着層を介して、約40℃ないし約100℃の温度下で、約0.2MPaないし約15MPaの圧力で、好ましくは、約0.2MPaないし約6MPaの圧力で、加圧されて、セラミックグリーンシートと、スペーサ層および電極層が、接着層を介して、接着される。

#### 【0104】

好ましくは、一对の加圧ローラを用いて、セラミックグリーンシートと、接着層、電極層およびスペーサ層とが加圧されて、セラミックグリーンシートと、電極層およびスペーサ層が、接着層を介して、接着される。

#### 【0105】

接着層が、電極層およびスペーサ層の表面に転写された場合には、セラミックグリーンシートと、電極層およびスペーサ層とが、接着層を介して、接着されると、第一の支持シートが、セラミックグリーンシートから剥離される。

#### 【0106】

こうして得られた積層体が、所定のサイズに、裁断されて、第二の支持シート上に、剥離層、電極層、スペーサ層、接着層およびセラミックグリーンシートが積層された積層体ユニットが作製される。

#### 【0107】

一方、接着層が、セラミックグリーンシートの表面に転写された場合には、セラミックグリーンシートと、電極層およびスペーサ層とが、接着層を介して、接着されると、第二の支持シートが、剥離層から剥離される。

#### 【0108】

こうして得られた積層体が、所定のサイズに、裁断されて、第一の支持シート上に、セラミックグリーンシート、接着層、電極層、スペーサ層および剥離層が積層された積層体ユニットが作製される。

#### 【0109】

以上のようにして、作製された多数の積層体ユニットが、接着層を介して、積層されて、積層体ブロックが作製される。

#### 【0110】

多数の積層体ユニットの積層にあたっては、まず、複数の孔が形成された基板上に、粘着層が形成された支持体がセットされる。

#### 【0111】

本発明において、支持体の材料は、とくに限定されるものではないが、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ポリフェニレンエーテル、ポリエチレンテレフタレートなどのプラスチック材料によって、形成されていることが好ましい。

#### 【0112】

支持体の厚さは、積層体ユニットを支持可能な厚さであれば、とくに限定されるものではない。

#### 【0113】

支持体は、基板に形成された複数の孔を介して、エアによって吸引され、基板上の所定の位置に固定される。

#### 【0114】

粘着層は、支持体上に、粘着剤溶液が塗布されて、形成される。

#### 【0115】

本発明において、粘着剤溶液は、バインダと、任意成分として、可塑剤、剥離剤および帯電防止剤を含んでいる。

#### 【0116】

粘着剤溶液は、セラミックグリーンシートに含まれている誘電体粒子と同一組成の誘電体粒子を含んでもよい。粘着剤溶液が、誘電体粒子を含んでいる場合には、誘電体粒子のバインダ重量に対する割合が、セラミックグリーンシートに含まれている誘電体粒子のバインダ重量に対する割合より小さいことが好ましい。

#### 【0117】

粘着剤溶液に含まれるバインダは、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれるバインダと同系のバインダであることが好ましいが、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれるバインダと同系のバインダでなくてもよい。

## 【0118】

粘着剤溶液に含まれる可塑剤は、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれる可塑剤と同系の可塑剤であることが好ましいが、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれる可塑剤と同系の可塑剤でなくてもよい。

## 【0119】

可塑剤の含有量は、バインダ100重量部に対して、約0重量部ないし約200重量部、好ましくは、約20重量部ないし約200重量部、さらに好ましくは、約50重量部ないし約100重量部である。

## 【0120】

本発明において、好ましくは、粘着剤溶液は、バインダの0.01重量%ないし15重量%の帯電防止剤を含み、さらに好ましくは、バインダの0.01重量%ないし10重量%の帯電防止剤を含んでいる。

## 【0121】

本発明において、粘着剤溶液に含まれる帯電防止剤は、吸湿性を有する有機溶剤であればよく、たとえば、エチレングリコール；ポリエチレングリコール；2-3ブタンジオール；グリセリン；イミダゾリン系界面活性剤、ポリアルキレングリコール誘導体系界面活性剤、カルボン酸アミジン塩系界面活性剤などの両性界面活性剤などが、粘着剤溶液に含まれる帯電防止剤として使用することができる。

## 【0122】

これらの帯電防止剤の中では、少量で、静電気を防止することが可能であるとともに、小さい剥離力で、粘着層から、第三の支持シートを剥離することが可能であるため、イミダゾリン系界面活性剤、ポリアルキレングリコール誘導体系界面活性剤、カルボン酸アミジン塩系界面活性剤などの両性界面活性剤が好ましくイミダゾリン系界面活性剤は、とくに小さな剥離力で、粘着層から、第三の支持シートを剥離することができるため、とくに好ましい。

## 【0123】

本発明において、接着層が、電極層およびスペーサ層の表面に転写された場合

には、粘着層は、粘着層と支持体との間の接着強度が、積層体ユニットの第二の支持シートと剥離層との間の接着強度よりも強く、かつ、粘着層と積層体ユニットのセラミックグリーンシートとの間の接着強度よりも弱くなるように、支持体上に形成される。

#### 【0124】

この場合には、好ましくは、積層体ユニットの第二の支持シートと剥離層との間の接着強度が、5ないし20 mN/cmになるように、第二の支持シートの表面に、剥離層が形成され、粘着層と支持体との間の接着強度が、20ないし350 mN/cmで、かつ、粘着層と積層体ユニットのセラミックグリーンシートとの間の接着強度が、350 mN/cm以上になるように、支持体の表面に、粘着層が形成される。

#### 【0125】

本発明において、好ましくは、粘着層は、0.02  $\mu$ mないし0.3  $\mu$ mの厚さで、支持体上に形成される。粘着層の厚さが、0.02  $\mu$ m未満の場合には、支持体と、積層体ユニットのセラミックグリーンシートとの間の接着強度が小さくなりすぎて、積層体ユニットを積層することが困難になる。他方、粘着層の厚さが、0.3  $\mu$ mを越えると、積層体ユニットを積層して、セラミックグリーンチップを生成し、セラミックグリーンチップを焼成したときに、粘着層の部分に間隙が生成され、積層セラミック電子部品の静電容量が低下するので好ましくない。

#### 【0126】

粘着層は、たとえば、室温(-25℃)ないし約80℃の温度で、約1分ないし約5分にわたって、乾燥される。粘着層の乾燥条件は、とくに限定されるものではない。

#### 【0127】

積層体ユニットの積層に際しては、支持体の表面に形成された粘着層の表面に、積層体ユニットのセラミックグリーンシートの表面を接触させ、加圧して、支持体の表面に形成された粘着層に、積層体ユニットを接着させる。

#### 【0128】



支持体の表面に形成された粘着層に、積層体ユニットが接着されて、積層されると、積層体ユニットの剥離層から、第二の支持シートが剥離される。

#### 【0129】

ここに、粘着層は、粘着層と支持体との間の接着強度が、積層体ユニットの第二の支持シートと剥離層との間の接着強度よりも強く、かつ、粘着層と積層体ユニットのセラミックグリーンシートとの間の接着強度よりも弱くなるように、支持体上に形成されているから、第二の支持シートのみを容易に剥離することが可能になる。

#### 【0130】

支持体の表面に積層された積層体ユニットから、第二の支持シートが剥離されると、支持体の粘着層上に積層された積層体ユニット上に、さらに、新たな積層体ユニットが積層される。

#### 【0131】

支持体の粘着層上に積層された積層体ユニット上に、さらに、新たな積層体ユニットを積層するにあたっては、第三の支持シート上に形成された接着層を、電極層およびスペーサ層あるいはセラミックグリーンシートの表面に転写したのと同様にして、まず、第三の支持シート上に、接着層が形成され、積層すべき積層体ユニットのセラミックグリーンシートの表面に、接着層が転写される。

#### 【0132】

次いで、セラミックグリーンシートの表面に転写された接着層の表面が、支持体の粘着層に積層された積層体ユニットの剥離層の表面に接触するように、新たに積層すべき積層体ユニットが位置決めされて、加圧され、支持体の粘着層に積層された積層体ユニット上に、新たな積層体ユニットが積層される。

#### 【0133】

次いで、新たに積層された積層体ユニットの第二の支持シートが剥離層から剥離される。

#### 【0134】

同様にして、所定の数の積層体ユニットが、支持体の粘着層上に積層されて、積層体ブロックが作製される。

## 【0135】

積層セラミック電子部品に含まれるべき所定の数の積層体ブロックが作製され、積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に、積層体ブロックが積層される。

## 【0136】

まず、積層セラミックコンデンサなどの外層上に形成された接着層の表面に、積層体ブロックに最後に積層された積層体ユニットの剥離層の表面が接触するように、支持体上に積層された積層体ブロックを位置決めし、加圧して、積層体ブロックを、積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に、積層体ブロックを積層する。

## 【0137】

積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に、積層体ブロックが積層されると、積層体ブロックから、支持体が剥離される。

## 【0138】

ここに、粘着層は、粘着層と支持体との間の接着強度が、積層体ユニットの第二の支持シートと剥離層との間の接着強度よりも強く、かつ、粘着層と積層体ユニットのセラミックグリーンシートと粘着層との間の接着強度よりも弱くなるように、支持体上に形成されているから、積層体ブロックから、支持体のみを容易に剥離することが可能になる。

## 【0139】

積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に積層された積層体ブロックから、支持体が剥離されると、積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に積層された積層体ブロック上に、さらに、支持体上に積層された新たな積層体ブロックが積層される。

## 【0140】

ここに、積層体ブロックから、支持体を剥離する際、支持体のみが剥離され、粘着層が積層体ブロック側に残っているから、積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に積層された積層体ブロック上に、支持体上に積層された積層体ブロックを積層するにあたって、接着層を形成する必要がなく、したがって、効率

的に、積層体ブロックを積層することが可能になる。

#### 【0141】

新たな積層体ブロックを積層するにあたっては、積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に積層された積層体ブロックの粘着層の表面に、積層体ブロックに最後に積層された積層体ユニットの剥離層の表面が接触するように、支持体上に積層された新たな積層体ブロックを位置決めし、加圧して、新たな積層体ブロックを、積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に積層された積層体ブロック上に、積層する。

#### 【0142】

同様にして、積層体ブロックが積層され、積層セラミック電子部品に含まれるべき所定の数の積層体ユニットが積層される。

#### 【0143】

これに対して、本発明において、接着層が、セラミックグリーンシートの表面に転写された場合には、粘着層は、粘着層と支持体との間の接着強度が、積層体ユニットの第一の支持シートとセラミックグリーンシートとの間の接着強度よりも強く、かつ、粘着層と積層体ユニットの剥離層との間の接着強度よりも弱くなるように、支持体上に形成される。

#### 【0144】

この場合には、好ましくは、積層体ユニットの第一の支持シートとセラミックグリーンシートとの間の接着強度が、5ないし20 mN/cmになるように、第一の支持シートの表面に、セラミックグリーンシートが形成され、粘着層と支持体との間の接着強度が、20ないし350 mN/cmで、かつ、粘着層と積層体ユニットの剥離層との間の接着強度が、350 mN/cm以上になるように、支持体の表面に、粘着層が形成される。

#### 【0145】

本発明において、好ましくは、粘着層は、0.02  $\mu$ mないし0.3  $\mu$ mの厚さで、支持体上に形成される。粘着層の厚さが、0.02  $\mu$ m未満の場合には、支持体と、積層体ユニットの剥離層との間の接着強度が小さくなりすぎて、積層体ユニットを積層することが困難になる。他方、粘着層の厚さが、0.3  $\mu$ mを

越えると、積層体ユニットを積層して、セラミックグリーンチップを生成し、セラミックグリーンチップを焼成したときに、粘着層の部分に間隙が生成され、積層セラミック電子部品の静電容量が低下し、好ましくない。

#### 【0146】

粘着層は、たとえば、室温（25℃）ないし約80℃の温度で、約1分ないし約5分にわたって、乾燥される。粘着層の乾燥条件は、とくに限定されるものではない。

#### 【0147】

積層体ユニットの積層に際しては、支持体の表面に形成された粘着層の表面に、積層体ユニットの剥離層の表面を接触させ、加圧して、支持体の表面に形成された粘着層に、積層体ユニットを接着させる。

#### 【0148】

支持体の表面に形成された粘着層に、積層体ユニットが接着されて、積層されると、積層体ユニットのセラミックグリーンシートから、第一の支持シートが剥離される。

#### 【0149】

ここに、粘着層は、粘着層と支持体との間の接着強度が、積層体ユニットの第一の支持シートとセラミックグリーンシートとの間の接着強度よりも強く、かつ、粘着層と積層体ユニットの剥離層との間の接着強度よりも弱くなるように、支持体上に形成されているから、第一の支持シートのみを容易に剥離することが可能になる。

#### 【0150】

支持体の表面に積層された積層体ユニットから、第一の支持シートが剥離されると、支持体の粘着層上に積層された積層体ユニット上に、さらに、新たな積層体ユニットが積層される。

#### 【0151】

支持体の粘着層上に積層された積層体ユニット上に、さらに、新たな積層体ユニットを積層するにあたっては、第三の支持シート上に形成された接着層を、電極層およびスペーサ層あるいはセラミックグリーンシートの表面に転写したのと

同様にして、まず、第三の支持シート上に、接着層が形成され、積層すべき積層体ユニットの剥離層の表面に、接着層が転写される。

#### 【0152】

次いで、剥離層の表面に転写された接着層の表面が、支持体の粘着層に積層された積層体ユニットのセラミックグリーンシートの表面に接触するように、新たに積層すべき積層体ユニットが位置決めされて、加圧され、支持体の粘着層に積層された積層体ユニット上に、新たな積層体ユニットが積層される。

#### 【0153】

次いで、新たに積層された積層体ユニットの第一の支持シートがセラミックグリーンシートから剥離される。

#### 【0154】

同様にして、所定の数の積層体ユニットが、支持体の粘着層上に積層されて、積層体ブロックが作製される。

#### 【0155】

積層セラミック電子部品に含まれるべき所定の数の積層体ブロックが作製されると、積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に、積層体ブロックが積層される。

#### 【0156】

まず、積層セラミックコンデンサなどの外層上に形成された接着層の表面に、積層体ブロックに最後に積層された積層体ユニットのセラミックグリーンシートの表面が接触するように、支持体上に積層された積層体ブロックを位置決めし、加圧して、積層体ブロックを、積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に、積層体ブロックを積層する。

#### 【0157】

積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に、積層体ブロックが積層されると、積層体ブロックから、支持体が剥離される。

#### 【0158】

ここに、粘着層は、粘着層と支持体との間の接着強度が、積層体ユニットの第一の支持シートとセラミックグリーンシートとの間の接着強度よりも強く、かつ

、粘着層と積層体ユニットの剥離層との間の接着強度よりも弱くなるように、支持体上に形成されているから、積層体ブロックから、支持体のみを容易に剥離することが可能になる。

#### 【0159】

積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に積層された積層体ブロックから、支持体が剥離されると、積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に積層された積層体ブロック上に、さらに、支持体上に積層された新たな積層体ブロックが積層される。

#### 【0160】

ここに、積層体ブロックから、支持体を剥離する際、支持体のみが剥離され、粘着層が積層体ブロック側に残っているから、積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に積層された積層体ブロック上に、支持体上に積層された積層体ブロックを積層するにあたって、接着層を形成する必要がなく、したがって、効率的に、積層体ブロックを積層することが可能になる。

#### 【0161】

新たな積層体ブロックを積層するにあたっては、積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に積層された積層体ブロックの粘着層の表面に、積層体ブロックに最後に積層された積層体ユニットのセラミックグリーンシートの表面が接触するように、支持体上に積層された新たな積層体ブロックを位置決めし、加圧して、新たな積層体ブロックを、積層セラミックコンデンサの外層などの基板上に積層された積層体ブロック上に、積層する。

#### 【0162】

同様にして、積層体ブロックが積層され、積層セラミック電子部品に含まれるべき所定の数の積層体ユニットが積層される。

#### 【0163】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面に基づいて、本発明の好ましい実施態様である積層セラミックコンデンサの製造方法につき、詳細に説明を加える。

#### 【0164】

積層セラミックコンデンサを製造するにあたっては、まず、セラミックグリーンシートを製造するために、誘電体ペーストが調製される。

#### 【0165】

誘電体ペーストは、通常、誘電体原料と、有機溶剤中にバインダを溶解させた有機ビヒクルを混練して、調製される。

#### 【0166】

調製された誘電体ペーストは、たとえば、エクストルージョンコーターやワイヤーバーコーターなどを用いて、第一の支持シート上に塗布され、塗膜が形成される。

#### 【0167】

第一の支持シートとしては、たとえば、ポリエチレンテレフタレートフィルムなどが用いられ、剥離性を改善するために、その表面に、シリコン樹脂、アルキド樹脂などがコーティングされる。第一の支持シートの厚さは、とくに限定されるものではないが、好ましくは、約  $5\ \mu\text{m}$  ないし約  $100\ \mu\text{m}$  である。

#### 【0168】

第一の支持シート 1 は、好ましくは、面積  $0.01\ \text{mm}^2$  あたりの表面に、その表面に形成されたセラミックグリーンシート 2 中に、セラミックグリーンシート 2 の厚さの  $1/2$  以上にわたり、突出可能な突起が 1 以下であり、面積  $100\ \text{mm}^2$  あたりの表面に、セラミックグリーンシート 2 を貫通可能な突起が 1 以下の表面粗さを有している。

#### 【0169】

次いで、塗膜が、たとえば、約  $50^\circ\text{C}$  ないし約  $100^\circ\text{C}$  の温度で、約 1 分ないし約 20 分にわたって、乾燥され、第一の支持シート上に、セラミックグリーンシートが形成される。

#### 【0170】

乾燥後におけるセラミックグリーンシート 2 の厚さは  $3\ \mu\text{m}$  以下であることが好ましく、さらに好ましくは、 $1.5\ \mu\text{m}$  以下である。

#### 【0171】

第一の支持シート 1 は、積層体ユニットを製造するに際して、ローラから繰り

出し、ローラに巻き取ることが必要とされるため、繰り出し時および巻き取り時に、ローラとの間で、所定の摩擦力が生成されるように、第一の支持シート 1 には、フィラーが充填されており、したがって、第一の支持シート 1 の表面には、突起が形成されているが、本実施態様においては、第一の支持シート 1 が、面積  $0.01\text{ mm}^2$  あたりの表面に、その表面に形成されるべきセラミックグリーンシート 2 中に、セラミックグリーンシート 2 の厚さの  $1/2$  以上にわたり、突出可能な突起が 1 以下であり、面積  $100\text{ mm}^2$  あたりの表面に、セラミックグリーンシート 2 を貫通可能な突起が 1 以下の表面粗さを有しているから、第一の支持シート 1 の表面上に、きわめて薄いグリーンシート 2 を形成した場合においても、第一の支持シート 1 の表面に形成された突起によって、セラミックグリーンシート 2 が損傷されることを効果的に防止することができる。

#### 【0172】

図 1 は、第一の支持シートの表面上に、セラミックグリーンシートが形成された状態を示す略一部断面図である。

#### 【0173】

実際には、第一の支持シート 1 は、長尺状をなし、セラミックグリーンシート 2 は、長尺状の第一の支持シート 1 の表面に、連続的に形成される。

#### 【0174】

一方、セラミックグリーンシート 2 とは別に、第二の支持シートが用意されて、第二の支持シート上に、剥離層および電極層が形成される。

#### 【0175】

図 2 は、その表面上に、剥離層 5 および電極層 6 が形成された第二の支持シート 4 の略一部断面図である。

#### 【0176】

実際には、第二の支持シート 4 は、長尺状をなし、剥離層 5 は、長尺状の第二の支持シート 4 の表面に、連続的に形成され、剥離層 5 の表面に、電極層 6 が、所定のパターンで形成される。

#### 【0177】

第二の支持シート 4 の表面に、剥離層 5 を形成するにあたっては、まず、セラ



ミックグリーンシート 2 を形成する場合と同様にして、剥離層 5 を形成するための誘電体ペーストが調製される。

【0178】

剥離層 5 を形成するための誘電体ペーストは、好ましくは、セラミックグリーンシート 2 に含まれている誘電体と同一組成の誘電体の粒子を含んでいる。

【0179】

剥離層 5 を形成するための誘電体ペーストに含まれているバインダは、セラミックグリーンシート 2 に含まれているバインダと同系であっても、同系でなくてもよいが、同系であることが好ましい。

【0180】

こうして、誘電体ペーストが調製されると、たとえば、ワイヤーバーコーター（図示せず）を用いて、第二の支持シート 4 上に、誘電体ペーストが塗布され、剥離層 5 が形成される。

【0181】

剥離層 5 の厚さは、電極層 6 の厚さ以下であることが好ましく、好ましくは、電極層 6 の厚さの約 60% 以下、さらに好ましくは、電極層 6 の厚さの約 30% 以下である。

【0182】

第二の支持シート 4 としては、たとえば、ポリエチレンテレフタレートフィルムなどが用いられ、剥離性を改善するために、その表面に、シリコン樹脂、アルキド樹脂などがコーティングされる。第二の支持シート 4 の厚さは、とくに限定されるものではなく、第一の支持シート 1 の厚さと同じであっても、異なってもよいが、好ましくは、約  $5\text{ }\mu\text{m}$  ないし約  $100\text{ }\mu\text{m}$  である。

【0183】

第二の支持シート 4 は、好ましくは、面積  $0.01\text{ mm}^2$  あたりの表面に、後述する接着層を介して、電極層 6 とセラミックグリーンシート 2 を接着したときに、セラミックグリーンシート 2 中に、セラミックグリーンシート 2 の厚さの  $1/2$  以上にわたり、突出可能な突起が 1 以下であり、かつ、面積  $100\text{ mm}^2$  あたりの表面に、接着層を介して、電極層 6 とセラミックグリーンシート 2 を接着

したときに、セラミックグリーンシート 2 を貫通可能な突起が 1 以下である表面粗さを有している。

【0184】

剥離層 5 の形成後、剥離層 5 は、たとえば、約 50℃ ないし約 100℃ で、約 1 分ないし約 10 分にわたって、乾燥される。

【0185】

本実施態様においては、第二の支持シート 4 と剥離層 5 との間の接着強度が、5 ないし 20 mN/cm になるように、第二の支持シート 4 の表面に、剥離層 5 が形成される。

【0186】

剥離層 5 が乾燥された後、剥離層 5 の表面上に、焼成後に、内部電極層を構成する電極層 6 が、所定のパターンで形成される。

【0187】

電極層 6 は、約 0.1  $\mu\text{m}$  ないし約 5  $\mu\text{m}$  の厚さに形成されることが好ましく、より好ましくは、約 0.1  $\mu\text{m}$  ないし約 1.5  $\mu\text{m}$  である。

【0188】

電極層 6 を、剥離層 5 上に形成するに際しては、まず、各種導電性金属や合金からなる導電体材料、焼成後に、各種導電性金属や合金からなる導電体材料となる各種酸化物、有機金属化合物、または、レジネートなどと、有機溶剤中にバインダを溶解させた有機ビヒクルとを混練して、電極ペーストが調製される。

【0189】

電極ペーストを製造する際に用いる導電体材料としては、Ni、Ni 合金あるいはこれらの混合物が、好ましく用いられる。

【0190】

導電体材料の平均粒子径は、とくに限定されるものではないが、通常、約 0.1  $\mu\text{m}$  ないし約 2  $\mu\text{m}$ 、好ましくは、約 0.2  $\mu\text{m}$  ないし約 1  $\mu\text{m}$  の導電性材料が用いられる。

【0191】

電極層 6 は、スクリーン印刷機やグラビア印刷機などの印刷機を用いて、電極

ペーストを、剥離層 5 上に印刷することによって形成される。

#### 【0192】

剥離層 5 の表面上に、所定パターンの有する電極層 6 を、スクリーン印刷法やグラビア印刷法によって、形成した後に、電極層 6 が形成されていない剥離層 5 の表面に、電極層 6 と相補的なパターンで、スペーサ層が形成される。

#### 【0193】

図 3 は、剥離層 5 の表面上に、電極層 6 およびスペーサ層 7 が形成された状態を示す略一部断面図である。

#### 【0194】

スペーサ層 7 は、剥離層 5 の表面に、電極層 6 を形成するのに先立って、電極層 6 が形成されるべき部分を除く剥離層 5 の表面に形成することもできる。

#### 【0195】

スペーサ層 7 を形成するにあたっては、セラミックグリーンシート 2 を作製したときに用いた誘電体ペーストと同様な組成の誘電体ペーストが調製され、スクリーン印刷法やグラビア印刷法により、誘電体ペーストが、電極層 6 が形成されていない剥離層 5 の表面に、電極層 6 と相補的なパターンで、印刷される。

#### 【0196】

本実施態様においては、スペーサ層 7 は、 $t_s / t_e = 1.1$  になるように、剥離層 5 上に形成される。ここに、 $t_s$  はスペーサ層 7 の厚さであり、 $t_e$  は電極層 6 の厚さである。

#### 【0197】

本実施態様においては、セラミックグリーンシート 2 と、電極層 6 およびスペーサ層 7 は、接着層を介して、接着されるように構成されており、セラミックグリーンシート 2 が形成された第一の支持シート 1 ならびに電極層 6 およびスペーサ層 7 が形成された第二の支持シート 4 とは別に、さらに、第三の支持シートが用意され、第三の支持シート上に、接着層が形成されて、接着層シートが作製される。

#### 【0198】

図 4 は、第三の支持シート 9 の表面上に、接着層 10 が形成された接着層シー

ト 1 1 の略一部断面図である。

【0199】

実際には、第三の支持シート 9 は、長尺状をなし、接着層 10 は、長尺状の第三の支持シート 9 の表面に、連続的に形成される。

【0200】

第三の支持シート 9 としては、たとえば、ポリエチレンテレフタレートフィルムなどが用いられ、剥離性を改善するために、その表面に、シリコン樹脂、アルキド樹脂などがコーティングされる。第三の支持シート 9 の厚さは、とくに限定されるものではないが、好ましくは、約  $5\mu\text{m}$  ないし約  $100\mu\text{m}$  である。

【0201】

接着層 10 を形成するにあたっては、まず、接着剤溶液が調製される。

【0202】

本実施態様においては、接着剤溶液は、バインダ、可塑剤および帯電防止剤と、任意成分として、剥離剤とを含んでいる。

【0203】

接着剤溶液は、セラミックグリーンシートに含まれている誘電体粒子と同一組成の誘電体粒子を含んでいてもよい。接着剤溶液が、誘電体粒子を含んでいる場合には、誘電体粒子のバインダ重量に対する割合が、セラミックグリーンシートに含まれている誘電体粒子のバインダ重量に対する割合より小さいことが好ましい。

【0204】

接着剤溶液に含まれるバインダは、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれるバインダと同系のバインダであることが好ましいが、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれるバインダと同系でないバインダであってもよい。

【0205】

接着剤溶液に含まれる可塑剤は、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれる可塑剤と同系の可塑剤であることが好ましいが、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれるバインダと同

系でない可塑剤であってもよい。

#### 【0206】

可塑剤の含有量は、バインダ100重量部に対して、約0重量部ないし約200重量部、好ましくは、約20重量部ないし約200重量部、さらに好ましくは、約50重量部ないし約100重量部である。

#### 【0207】

本実施態様において、接着剤溶液は、バインダの0.01重量%ないし15重量%の帯電防止剤を含んでいる。

#### 【0208】

本実施態様においては、帯電防止剤として、イミダゾリン系界面活性剤が用いられている。

#### 【0209】

こうして調製された接着剤溶液は、たとえば、バーコータ、エクストルージョンコータ、リバースコータ、ディップコーター、キスコーターなどによって、第三の支持シート9上に塗布され、好ましくは、約0.02  $\mu\text{m}$ ないし約0.3  $\mu\text{m}$ 、より好ましくは、約0.02  $\mu\text{m}$ ないし約0.1  $\mu\text{m}$ の厚さの接着層10が形成される。接着層10の厚さが、約0.02  $\mu\text{m}$ 未満の場合には、接着力が低下し、一方、接着層10の厚さが、約0.3  $\mu\text{m}$ を越えると、欠陥（隙間）の発生原因となり、好ましくない。

#### 【0210】

接着層10は、たとえば、室温（25℃）ないし約80℃の温度で、約1分ないし約5分にわたって、乾燥される。接着層10の乾燥条件は、とくに限定されるものではない。

#### 【0211】

図5は、第三の支持シート9上に形成された接着層10を、第二の支持シート4上に形成された電極層6およびスペーサ層7の表面に接着させ、接着層10から第三の支持シート9を剥離する接着・剥離装置の好ましい実施態様を示す略断面図である。

#### 【0212】

図5に示されるように、本実施態様にかかる接着・剥離装置は、約40℃ないし約100℃の温度に保持された一对の加圧ローラ15、16を備えている。

#### 【0213】

図5に示されるように、接着層10が形成された第三の支持シート9は、第三の支持シート9に加えられる引張り力によって、第三の支持シート9が、上方の加圧ローラ15に巻回されるように、斜め上方から、一对の加圧ローラ15、16間に供給され、電極層6およびスペーサ層7が形成された第二の支持シート4は、第二の支持シート4が、下方の加圧ローラ16に接触し、電極層6およびスペーサ層7が、第三の支持シート9上に形成された接着層10の表面に接触するように、略水平方向に、一对の加圧ローラ15、16間に供給される。

#### 【0214】

第二の支持シート4および第三の支持シート9の供給速度は、たとえば、2m/秒に設定され、一对の加圧ローラ15、16のニップ圧力は、好ましくは、約0.2ないし約15MPa、より好ましくは、約0.2MPaないし約6MPaに設定される。

#### 【0215】

その結果、第三の支持シート9上に形成された接着層10が、第二の支持シート4上に形成された電極層6およびスペーサ層7の表面に接着される。

#### 【0216】

図5に示されるように、接着層10が形成された第三の支持シート9は、一对の加圧ローラ15、16の間から、斜め上方に向けて、搬送され、したがって、第三の支持シート9が、電極層6およびスペーサ層7に接着した接着層10から剥離される。

#### 【0217】

接着層10から、第三の支持シート9を剥離する際、静電気が発生し、塵埃が付着したり、接着層が、第三の支持シートに引き付けられ、所望のように、第三の支持シートを、接着層から剥離することが困難になることがあるが、本実施態様においては、接着層10が、バインダに対して、0.01重量%ないし15重量%のイミダズリン系界面活性剤を含んでいるから、静電気の発生を効果的に防

止することが可能になる。

#### 【0218】

こうして、第二の支持シート4上に形成された電極層6およびスペーサ層7の表面に、接着層10が接着され、接着層10から、第三の支持シート9が剥離されると、電極層6およびスペーサ層7が、接着層10を介して、第一の支持シート1上に形成されたセラミックグリーンシート2の表面に接着される。

#### 【0219】

図6は、セラミックグリーンシート2の表面に、接着層10を介して、電極層6およびスペーサ層7を接着する接着装置の好ましい実施態様を示す略断面図である。

#### 【0220】

図6に示されるように、本実施態様にかかる接着装置は、約40℃ないし約100℃の温度に保持された一对の加圧ローラ17、18を備え、電極層6、スペーサ層7および接着層10が形成された第二の支持シート4は、第二の支持シート4が上方の加圧ローラ17に接触するように、一对の加圧ローラ17、18間に供給され、セラミックグリーンシート2が形成された第一の支持シート1は、第一の支持シート1が下方の加圧ローラ18に接触するように、一对の加圧ローラ17、18間に供給される。

#### 【0221】

本実施態様においては、加圧ローラ17は金属ローラによって構成され、加圧ローラ18はゴムローラによって構成されている。

#### 【0222】

第一の支持シート1および第二の支持シート4の供給速度は、たとえば、2m/秒に設定され、一对の加圧ローラ17、18にニップ圧力は、好ましくは、約0.2ないし約15MPa、より好ましくは、約0.2MPaないし約6MPaに設定される。

#### 【0223】

本実施態様においては、セラミックグリーンシート2と、電極層6およびスペーサ層7とは、接着層10を介して、接着され、従来のように、セラミックグリ

ーンシート 2、電極層 6 およびスペーサ層 7 に含まれているバインダの粘着力や、セラミックグリーンシート 2、電極層 6 およびスペーサ層 7 の変形を利用して、セラミックグリーンシート 2 と、電極層 6 およびスペーサ層 7 とを接着してはいないから、たとえば、約 0.2 MPa ないし約 15 MPa の低い圧力で、セラミックグリーンシート 2 と、電極層 6 およびスペーサ層 7 とを接着することができる。

#### 【0224】

したがって、セラミックグリーンシート 2、電極層 6 およびスペーサ層 7 の変形を防止することが可能になるから、こうして得られたセラミックグリーンシート 2、電極層 6 およびスペーサ層 7 の積層体を積層して、積層セラミックコンデンサを作製する際の積層精度を向上させることが可能になる。

#### 【0225】

また、本実施態様においては、電極層 6 および電極層 6 よりも密度が小さく、圧縮率が高いスペーサ層 7 が、 $t_s / t_e = 1.1$  となるように形成されているから、電極層 6 およびスペーサ層 7 を、接着層 10 を介して、セラミックグリーンシート 2 上に転写する際に、加圧によって、スペーサ層 7 が圧縮され、接着層 10 を介して、電極層 6 およびスペーサ層 7 と、セラミックグリーンシート 2 とを確実に接着させることができ、したがって、第二の支持シート 4 を剥離するときに、電極層 6 が、第二の支持シート 4 とともに、剥離することを確実に防止することが可能になる。

#### 【0226】

さらに、本実施態様においては、第二の支持シート 4 上に、形成された電極層 6 が乾燥した後に、接着層 10 を介して、セラミックグリーンシート 2 の表面に接着するように構成されているから、セラミックグリーンシート 2 の表面に、電極ペーストを印刷して、電極層 6 を形成する場合のように、電極ペーストが、セラミックグリーンシート 2 に含まれているバインダを溶解させ、あるいは、膨潤させることがなく、また、電極ペーストがセラミックグリーンシート 2 中に染み込むこともなく、所望のように、セラミックグリーンシート 2 の表面に、電極層 6 を形成することが可能になる。



## 【0227】

また、本実施態様においては、その表面に、セラミックグリーンシート2が形成された第一の支持シート1は、面積 $0.01\text{ mm}^2$ あたりの表面に、その表面に形成されるべきセラミックグリーンシート2中に、セラミックグリーンシート2の厚さの $1/2$ 以上にわたって、突出可能な突起が1以下であり、面積 $100\text{ mm}^2$ あたりの表面に、セラミックグリーンシート2を貫通可能な突起が1以下の表面粗さを有しているから、第一の支持シート1の表面上に、きわめて薄いグリーンシート2を形成した場合においても、接着層10を介して、セラミックグリーンシート2と、電極層6およびスペーサ層7とを加圧して、セラミックグリーンシート2と、電極層6およびスペーサ層7を接着させたときに、第一の支持シート1の表面に形成された突起によって、セラミックグリーンシート2が損傷されることを効果的に防止することが可能になる。

## 【0228】

さらに、第二の支持シート4は、積層体ユニットを製造するに際して、ローラから繰り出し、ローラに巻き取ることが必要とされるため、繰り出し時および巻き取り時に、ローラとの間で、所定の摩擦力が生成されるように、第二の支持シート4には、フィラーが充填されており、したがって、第二の支持シート4の表面には、突起が形成されているが、本実施態様によれば、その表面に、電極層6およびスペーサ層7が形成されるべき第二の支持シート4として、面積 $0.01\text{ mm}^2$ あたりの表面に、後述する接着層を介して、セラミックグリーンシート2と、電極層6およびスペーサ層とを加圧したときに、セラミックグリーンシート2中に、セラミックグリーンシート2の厚さの $1/2$ 以上にわたり、突出可能な突起が1以下であり、かつ、面積 $100\text{ mm}^2$ あたりの表面に、接着層を介して、セラミックグリーンシート2と、電極層6およびスペーサ層とを加圧したときに、セラミックグリーンシートを貫通可能な突起が1以下である表面粗さを有する支持シートが選ばれているから、第一の支持シート1の表面上に、きわめて薄いグリーンシート2を形成した場合においても、接着層10を介して、セラミックグリーンシート2と、電極層6およびスペーサ層7とを加圧して、セラミックグリーンシート2と、電極層6およびスペーサ層7を接着させたときに、第二の

支持シート 4 の表面に形成された突起によって、セラミックグリーンシート 2 が損傷されることを効果的に防止することが可能になる。

#### 【0229】

以上のようにして、第二の支持シート 4 上に形成された電極層 6 およびスペーサ層 7 の表面に、接着層 10 を介して、第一の支持シート 1 上に形成されたセラミックグリーンシート 2 が接着されると、セラミックグリーンシート 2 から、第一の支持シート 1 が剥離される。

#### 【0230】

こうして、第二の支持シート 4 の表面上に、剥離層 5、電極層 6、スペーサ層 7、接着層 10 およびセラミックグリーンシート 2 が積層された積層体が形成される。

#### 【0231】

以上のようにして得られた積層体が、所定のサイズに裁断されて、第二の支持シート 4 の表面上に、剥離層 5、電極層 6、スペーサ層 7、接着層 10 およびセラミックグリーンシート 2 が積層された所定のサイズを有する積層体ユニットが作製される。

#### 【0232】

図 7 は、こうして、所定のサイズに裁断された積層体ユニットの略断面図である。

#### 【0233】

図 7 に示されるように、積層体ユニット 20 は、第二の支持シート 4 の表面上に形成され、剥離層 5、電極層 6、スペーサ層 7、接着層 10 およびセラミックグリーンシート 2 を含んでいる。

#### 【0234】

同様にして、第二の支持シート 4 の表面上に、剥離層 5、電極層 6、スペーサ層 7、接着層 10 およびセラミックグリーンシート 2 を積層して、それぞれが、剥離層 5、電極層 6、スペーサ層 7、接着層 10 およびセラミックグリーンシート 2 を含む多数の積層体ユニット 20 が作製される。

#### 【0235】

こうして作製された多数の積層体ユニット20を、接着層を介して、積層することによって、積層セラミックコンデンサが作製される。

#### 【0236】

図8は、積層体ユニット20の積層プロセスの第一のステップを示す略一部断面図である。

#### 【0237】

図8に示されるように、積層体ユニット20の積層にあたっては、まず、多数の孔26が形成された基板25上に、表面に、粘着層が27形成された支持体28がセットされる。

#### 【0238】

支持体28としては、たとえば、ポリエチレンテレフタレートフィルムなどが用いられる。

#### 【0239】

本実施態様において、支持体28は、面積 $0.01\text{ mm}^2$ あたりの表面に、粘着層上に積層されたセラミックグリーンシート中に、セラミックグリーンシートの厚さの $1/2$ 以上にわたり、突出可能な突起が1以下であり、面積 $100\text{ mm}^2$ あたりの表面に、セラミックグリーンシートを貫通する突起が1以下で、かつ、面積 $1\text{ mm}^2$ あたりの表面に、セラミックグリーンシート中に、 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 以上にわたり、突出可能な突起が1以下の表面粗さを有している。

#### 【0240】

また、粘着層27は、粘着層27と支持体28との間の接着強度が、積層体ユニット20の第二の支持シート4と剥離層5との間の接着強度よりも強く、かつ、粘着層27と積層体ユニット20のセラミックグリーンシート2との間の接着強度よりも弱くなるように、支持体28上に形成されている。

#### 【0241】

本実施態様においては、粘着層27と支持体28との間の接着強度が、 $20$ ないし $350\text{ mN/cm}$ で、かつ、粘着層27と積層体ユニット20のセラミックグリーンシート2との間の接着強度が、 $350\text{ mN/cm}$ 以上になるように、支持体28の表面に、粘着層27が形成されている。

## 【0242】

粘着層 27 は、支持体 28 上に、粘着剤溶液が塗布されて、形成される。

## 【0243】

本実施態様において、粘着剤溶液は、バインダおよび可塑剤と、任意成分として、剥離剤および帯電防止剤を含んでいる。

## 【0244】

粘着剤溶液には、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれるバインダと同系のバインダが含まれ、また、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストに含まれるバインダと同系の可塑剤が含まれている。

## 【0245】

粘着剤溶液は、バインダの 0.01 重量%ないし 15 重量%のイミダゾリン系界面活性剤を含んでいる。

## 【0246】

本実施態様において、粘着層 27 は、 $0.02\ \mu\text{m}$ ないし  $0.3\ \mu\text{m}$ の厚さを有している。粘着層 27 の厚さが、 $0.02\ \mu\text{m}$ 未満の場合には、支持体 28 と、積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 との間の接着強度が小さくなりすぎて、積層体ユニット 20 を積層することが困難になり、その一方で、粘着層 27 の厚さが、 $0.3\ \mu\text{m}$ を越えると、積層体ユニット 20 を積層して、セラミックグリーンチップを生成し、セラミックグリーンチップを焼成したときに、粘着層 27 の部分に間隙が生成され、積層セラミック電子部品の静電容量が低下し、好ましくない。

## 【0247】

支持体 28 は、基板 25 に形成された多数の孔 26 を介して、エアにより吸引され、基板 25 上の所定の位置に固定される。

## 【0248】

図 9 は、積層体ユニット 20 の積層プロセスの第二のステップを示す略一部断面図である。

## 【0249】

次いで、図9に示されるように、セラミックグリーンシート2の表面が、支持体28上に形成された粘着層27の表面に接触するように、積層体ユニット20が位置決めされて、積層体ユニット20の第二の支持シート4上に、プレス機などによって、圧力が加えられる。

#### 【0250】

その結果、積層体ユニット20が、粘着層27を介して、基板25上に固定された支持体28上に接着されて、積層される。

#### 【0251】

本実施態様においては、支持体28は、面積 $0.01\text{mm}^2$ あたりの表面に、粘着層上に積層されたセラミックグリーンシート中に、セラミックグリーンシートの厚さの $1/2$ 以上にわたり、突出可能な突起が1以下であり、面積 $100\text{mm}^2$ あたりの表面に、セラミックグリーンシートを貫通可能な突起が1以下の表面粗さを有しているから、セラミックグリーンシートを薄層化した場合においても、積層体ユニット20に圧力を加えて、支持体28上に積層するときに、支持体28の表面に形成された突起によって、セラミックグリーンシート2が損傷され、セラミックグリーンシート2と電極層6を含む多数の積層体ユニットを積層して、作製された積層セラミック電子部品にショート不良が生じることを効果的に防止することが可能になる。

#### 【0252】

図10は、積層体ユニット20の積層プロセスの第三のステップを示す略一部断面図である。

#### 【0253】

積層体ユニット20が、粘着層27を介して、基板25上に固定された支持シート20上に接着されて、積層されると、図10に示されるように、第二の支持シート4が、積層体ユニット20の剥離層5から剥離される。

#### 【0254】

本実施態様においては、積層体ユニット20の第二の支持シート4と剥離層5との間の接着強度が、 $5\text{ないし}20\text{cm}$ になるように、第二の支持シート4の表面に、剥離層5が形成され、粘着層27と支持体28との間の接着強度が、 $20$

ないし  $350\text{ mN/cm}$  で、かつ、粘着層 27 と積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 との間の接着強度が、 $350\text{ mN/cm}$  以上になるように、支持体 28 の表面に、粘着層 27 が形成されており、粘着層 27 と支持体 28 との間の接着強度が、積層体ユニット 20 の第二の支持シート 4 と剥離層 5 との間の接着強度よりも強く、かつ、粘着層 27 と積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 との間の接着強度よりも弱くなるように、粘着層 27 が支持体 28 上に形成されているから、粘着層 27 に接着された積層体ユニット 20 から、第二の支持シート 4 のみを容易に剥離することが可能になる。

#### 【0255】

また、本実施態様においては、電極層 6 およびスペーサ層 7 が、 $t_s/t_e = 1.1$  となるように形成されているので、一对の加圧ローラ 17、18 により、スペーサ層 7 が圧縮されて、スペーサ層 7 のみならず、電極層 6 も、接着層 10 を介して、セラミックグリーンシート 2 の表面に接着され、したがって、第二の支持シート 4 を剥離するときに、電極層 6 が、第二の支持シート 4 とともに、セラミックグリーンシート 2 から剥離することを効果的に防止することができる。

#### 【0256】

こうして、第二の支持シート 4 が、積層体ユニット 20 の剥離層 5 から剥離されると、粘着層 27 を介して、基板 25 上に固定されている支持体 28 上に積層された積層体ユニット 20 の剥離層 5 上に、さらに、新たな積層体ユニット 20 が積層される。

#### 【0257】

積層に先立って、まず、新たに積層されるべき積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 の表面に、第三の支持シート 9 に形成された接着層 10 が転写される。

#### 【0258】

すなわち、第二の支持シート 4 上に形成された電極層 6 およびスペーサ層 7 の表面に、接着層シート 11 の接着層 10 を転写したのと全く同様にして、接着層シート 11 の接着層 10 が、新たに積層されるべき積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 の表面に転写される。

## 【0259】

図11は、積層体ユニット20の積層プロセスの第四のステップを示す略一部断面図である。

## 【0260】

次いで、図11に示されるように、セラミックグリーンシート2上に転写された接着層10の表面が、粘着層27に接着された積層体ユニット20の剥離層5の表面に接触するように、新たな積層体ユニット20が位置決めされて、新たな積層体ユニット20の第二の支持シート4が、プレス機などによって、加圧される。

## 【0261】

その結果、新たな積層体ユニット20が、セラミックグリーンシート2上に形成された接着層10を介して、粘着層27に接着された積層体ユニット20上に積層される。

## 【0262】

図12は、積層体ユニット20の積層プロセスの第五のステップを示す略一部断面図である。

## 【0263】

新たな積層体ユニット20が、セラミックグリーンシート2上に形成された接着層10を介して、粘着層27に接着された積層体ユニット20上に、積層されると、図12に示されるように、新たに積層された積層体ユニット20の第二の支持シート4が、積層体ユニット20の剥離層5から剥離される。

## 【0264】

本実施態様においては、積層体ユニット20の第二の支持シート4と剥離層5との間の接着強度が、5ないし20mN/cmになるように、第二の支持シート4の表面に、剥離層5が形成され、粘着層27と支持体28との間の接着強度が、20ないし350mN/cmで、かつ、粘着層27と積層体ユニット20のセラミックグリーンシート2との間の接着強度が、350mN/cm以上になるように、支持体28の表面に、粘着層27が形成されており、粘着層27と支持体28との間の接着強度が、積層体ユニット20の第二の支持シート4と剥離層5

との間の接着強度よりも強く、かつ、粘着層 27 と積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 との間の接着強度よりも弱くなるように、粘着層 27 が支持体 28 上に形成され、新たに積層された積層体ユニット 20 は、接着層 10 によって、粘着層 27 に接着された積層体ユニット 20 に接着されているから、粘着層 27 に接着された積層体ユニット 20 から、第二の支持シート 4 のみを容易に剥離することが可能になる。

#### 【0265】

同様にして、積層体ユニット 20 が、次々に積層されて、所定の数の積層体ユニット 20 が、基板 25 に固定された支持体 28 上に積層されて、積層体ブロックが作製される。

#### 【0266】

所定の数の積層体ユニット 20 が、基板 25 に固定された支持体 28 上に積層されて、積層体ブロックが作製されると、基板 25 に固定されている支持体 28 上に、所定の数の積層体ユニット 20 が積層されて、形成された積層体ブロックが、積層セラミックコンデンサの外層上に積層される。

#### 【0267】

図 13 は、基板 25 に固定されている支持体 28 上に積層された積層体ブロックを、積層セラミックコンデンサの外層上に積層する積層プロセスの第一のステップを示す略一部断面図である。

#### 【0268】

図 13 に示されるように、まず、多数の孔 31 が形成された基台 30 上に、接着層 32 が形成された外層 33 がセットされる。

#### 【0269】

外層 33 は、基台 30 に形成された多数の孔 31 を介して、エアにより吸引され、基台 30 上の所定の位置に固定される。

#### 【0270】

次いで、図 13 に示されるように、多数の孔 26 を介して、エアにより吸引され、基板 25 上の所定の位置に固定されている支持体 28 上に積層された積層体ブロック 40 が、最後に積層された積層体ユニット 20 の剥離層 5 の表面が、外



層 33 上に形成された接着層 32 の表面に接触するように、位置決めされる。

【0271】

次いで、エアによる支持体 28 の吸引が停止されて、基板 25 が、積層体ブロック 40 を支持している支持体 28 から取り去られる。

【0272】

基板 25 が、支持体 28 から取り去られると、プレス機などによって、支持体 28 が加圧される。

【0273】

その結果、積層体ブロック 40 が、接着層 32 を介して、基台 30 上に固定された外層 33 上に接着されて、積層される。

【0274】

図 14 は、基板 25 に固定されている支持体 28 上に積層された積層体ブロック 40 を、積層セラミックコンデンサの外層 33 上に積層する積層プロセスの第二のステップを示す略一部断面図である。

【0275】

積層体ブロック 40 が、接着層 32 を介して、基台 30 上に固定された外層 33 上に接着されて、積層されると、図 14 に示されるように、支持体 28 が、積層体ブロック 40 の粘着層 27 から剥離される。

【0276】

本実施態様においては、積層体ユニット 20 の第二の支持シート 4 と剥離層 5 との間の接着強度が、5 ないし  $20 \text{ mN/cm}$  になるように、第二の支持シート 4 の表面に、剥離層 5 が形成され、粘着層 27 と支持体 28 との間の接着強度が、20 ないし  $350 \text{ mN/cm}$  で、かつ、粘着層 27 と積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 との間の接着強度が、 $350 \text{ mN/cm}$  以上になるように、支持体 28 の表面に、粘着層 27 が形成されており、粘着層 27 は、粘着層 27 と支持体 28 との間の接着強度が、積層体ユニット 20 の第二の支持シート 4 と剥離層 5 との間の接着強度よりも強く、かつ、粘着層 27 と積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 との間の接着強度よりも弱くなるように、支持体 28 上に形成されているから、外層 33 上に積層された積層体ブロック 4

0 から、支持体 28 のみを容易に剥離することが可能になる。

#### 【0277】

こうして、接着層 32 を介して、基台 30 上に固定されている外層 33 上に、所定の数の積層体ユニット 20 が積層された積層体ブロック 40 が積層される。

#### 【0278】

さらに、図 8 ないし図 12 に示されたステップにしたがって、基板 25 に固定されている支持シート 28 上に、所定の数の積層体ユニット 20 が積層されて、積層体ブロック 40 が作製され、接着層 32 を介して、基台 30 上に固定されている外層 33 上に積層された積層ブロック 40 上に積層される。

#### 【0279】

図 15 は、基板 25 に固定されている支持シート体 28 上に積層された積層体ブロック 40 を、積層セラミックコンデンサの外層上に積層する積層プロセスの第三のステップを示す略一部断面図である。

#### 【0280】

図 15 に示されるように、多数の孔 26 を介して、エアにより吸引され、基板 25 上の所定の位置に固定されている支持体 28 上に新たに積層された積層体ブロック 40 が、最後に積層された積層体ユニット 20 の剥離層 5 の表面が、外層 33 上に積層された積層体ブロック 40 の粘着層 27 の表面に接触するように、位置決めされる。

#### 【0281】

次いで、エアによる支持体 28 の吸引が停止されて、基板 25 が、積層体ブロック 40 を支持している支持体 28 から取り去られる。

#### 【0282】

基板 25 が、支持体 28 から取り去られると、プレス機などによって、支持体 28 が加圧される。

#### 【0283】

本実施態様においては、外層 33 上に積層された積層体ブロック 40 の最上層は、支持体 28 から剥離されて、積層体ブロック 40 側に残った粘着層 27 によって構成されているから、外層 33 上に積層された積層体ブロック 40 に、新た

な積層体ブロック 40 を積層するにあたって、接着層を形成する必要がなく、したがって、効率的に、積層体ブロック 40 を積層することが可能になる。

#### 【0284】

その結果、新たに積層された積層体ブロック 40 が、粘着層 27 を介して、基台 30 上に固定されている外層 33 上に積層された積層体ブロック 40 に接着されて、積層される。

#### 【0285】

図 16 は、基板 25 に固定されている支持体 28 上に積層された積層体ブロック 40 を、積層セラミックコンデンサの外層 33 上に積層する積層プロセスの第四のステップを示す略一部断面図である。

#### 【0286】

新たに積層された積層体ブロック 40 が、粘着層 27 を介して、基台 30 上に固定されている外層 33 上に積層された積層体ブロック 40 に接着されて、積層されると、図 16 に示されるように、支持体 28 が、新たに積層された積層体ブロック 40 の粘着層 27 から剥離される。

#### 【0287】

こうして、基台 30 上に固定されている外層 33 上に積層された積層体ブロック 40 上に、粘着層 27 を介して、新たに積層された積層体ブロック 40 が接着されて、積層される。

#### 【0288】

同様にして、基板 25 に固定されている支持体 28 上に積層された積層体ブロック 40 が、次々に積層されて、所定の数の積層体ブロック 40、したがって、所定の数の積層体ユニット 20 が、積層セラミックコンデンサの外層 33 上に積層される。

#### 【0289】

こうして、積層セラミックコンデンサの外層 33 上に、所定の数の積層体ユニット 20 が積層されると、他方の外層（図示せず）が、接着層を介して、接着されて、所定の数の積層体ユニット 20 を含む積層体が作成される。

#### 【0290】

次いで、所定の数の積層体ユニット 20 を含む積層体が、所定のサイズに裁断されて、多数のセラミックグリーンチップが作製される。

#### 【0291】

こうして作製されたセラミックグリーンチップは、還元ガス雰囲気下に置かれて、バインダが除去され、さらに、焼成される。

#### 【0292】

次いで、焼成されたセラミックグリーンチップに、必要な外部電極などが取り付けられて、積層セラミックコンデンサが作製される。

#### 【0293】

本実施態様によれば、積層体ユニット 20 は、基板 25 に固定されている支持体 28 の粘着層 27 の表面と、セラミックグリーンシート 2 の表面とが接触するように、位置決めされ、積層体ユニット上に圧力が加えられて、支持体 28 上に積層されるように構成されているから、所望の数の積層体ユニットを積層して、積層セラミック電子部品を製造する際に、積層体ユニットが損傷されることを効果的に防止することが可能になる。

#### 【0294】

また、本実施態様によれば、支持体 28 は、面積  $0.01\text{ mm}^2$  あたりの表面に、粘着層上に積層されたセラミックグリーンシート中に、セラミックグリーンシートの厚さの  $1/2$  以上にわたり、突出可能な突起が 1 以下であり、面積  $100\text{ mm}^2$  あたりの表面に、セラミックグリーンシートを貫通可能な突起が 1 以下の表面粗さを有しているから、セラミックグリーンシートを薄層化した場合においても、積層体ユニット 20 上に圧力を加えて、支持体 28 上に積層するとき、支持体 28 の表面に形成された突起によって、セラミックグリーンシート 2 が損傷され、セラミックグリーンシート 2 と電極層 6 を含む多数の積層体ユニットを積層して、作製された積層セラミック電子部品にショート不良が生じることを効果的に防止することが可能になる。

#### 【0295】

さらに、本実施態様によれば、支持体 28 の表面に、粘着層 27 が形成され、第二の支持シート 4 上に、剥離層 5、電極層 6、スペーサ層 7、接着層 10 およ

びセラミックグリーンシート 2 が積層された積層体ユニット 20 は、基板 25 に固定された支持体 28 の表面に形成された粘着層 27 上に、積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 の表面が、粘着層 27 に面接触するように、支持体上に積層され、粘着層 27 は、粘着層 27 と支持体 28 との間の接着強度が、積層体ユニット 20 の第二の支持シート 4 と剥離層 5 との間の接着強度よりも強く、かつ、粘着層 27 と積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 との間の接着強度よりも弱くなるように、支持体 28 の表面に形成されているから、所望の数の積層体ユニット 20 を積層して、積層セラミック電子部品を製造する場合に、積層体ユニット 20 が損傷されることを効果的に防止することが可能になる。

#### 【0296】

また、本実施態様によれば、積層体ユニット 20 の第二の支持シート 4 と剥離層 5 との間の接着強度が、5 ないし 20 mN/cm になるように、第二の支持シート 4 の表面に、剥離層 5 が形成され、粘着層 27 と支持体 28 との間の接着強度が、20 ないし 350 mN/cm で、かつ、粘着層 27 と積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 との間の接着強度が、350 mN/cm 以上になるように、支持体 28 の表面に、粘着層 27 が形成されており、粘着層 27 は、粘着層 27 と支持体 28 との間の接着強度が、積層体ユニット 20 の第二の支持シート 4 と剥離層 5 との間の接着強度よりも強く、かつ、粘着層 27 と積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 との間の接着強度よりも弱くなるように、支持体 28 の表面に形成されているから、支持体 28 上の粘着層 27 の表面に、所定の枚数の積層体ユニット 20 を積層して、作製した積層体ブロック 40 を、積層セラミックコンデンサの外層 33 上に形成された接着層 32 に接着させて、積層した後、その上に、さらに、積層体ブロック 40 を積層するため、外層 33 上に積層された積層体ブロック 40 から、支持体 28 を剥離するときに、支持体 28 のみが剥離され、粘着層 27 が、積層体ブロック 40 側に残るから、外層 33 上に積層された積層体ブロック 40 に、新たな積層体ブロック 40 を積層するにあたって、接着層を形成する必要がなく、したがって、効率的に、積層体ブロック 40 を積層することが可能になる。

## 【0297】

さらに、第一の支持シート1は、積層体ユニットを製造するに際して、ローラから繰り出し、ローラに巻き取ることが必要とされるため、繰り出し時および巻き取り時に、ローラとの間で、所定の摩擦力が生成されるように、第一の支持シート1には、フィラーが充填されており、したがって、第一の支持シート1の表面には、突起が形成されているから、きわめて薄層のセラミックグリーンシート2を形成する場合には、セラミックグリーンシート2が、第一の支持シート1の表面に形成された突起によって、損傷され、セラミックグリーンシート2を含む多数の積層体ユニット20を積層して、作製された積層セラミックコンデンサがショート不良を起こす場合があるが、本実施態様によれば、その表面に、セラミックグリーンシート2が形成されるべき第一の支持シート1として、面積 $0.01\text{ mm}^2$ あたりの表面に、その表面に形成されるべきセラミックグリーンシート2中に、セラミックグリーンシート2の厚さの $1/2$ 以上にわたって、突出可能な突起が1以下であり、面積 $100\text{ mm}^2$ あたりの表面に、セラミックグリーンシート2を貫通可能な突起が1以下の表面粗さを有しているから、第一の支持シート1の表面上に、きわめて薄いグリーンシート2を形成した場合においても、接着層10を介して、セラミックグリーンシート2と、電極層6およびスペーサ層7とを加圧して、セラミックグリーンシート2と、電極層6およびスペーサ層7を接着させたときに、第一の支持シート1の表面に形成された突起によって、セラミックグリーンシート2が損傷されることを効果的に防止することが可能になる。したがって、所定の数の積層体ユニットが積層されて、作製された積層セラミックコンデンサがショート不良を起こすことを効果的に防止することができる。

## 【0298】

また、第二の支持シート4も、積層体ユニットを製造するに際して、ローラから繰り出し、ローラに巻き取ることが必要とされるため、繰り出し時および巻き取り時に、ローラとの間で、所定の摩擦力が生成されるように、第二の支持シート4には、フィラーが充填されており、したがって、第二の支持シート4の表面には、突起が形成されているから、接着層10を介して、電極層6およびスペー

サ層 7 と、セラミックグリーンシート 2 とを加圧して、接着する際に、セラミックグリーンシート 2 が、第一の支持シート 1 の表面に形成された突起および第二の支持シート 4 の表面に形成された突起によって、損傷され、セラミックグリーンシート 2 を含む多数の積層体ユニット 20 を積層して、作製された積層セラミックコンデンサがショート不良を起こす場合があるが、本実施態様によれば、その表面に、電極層 6 およびスペーサ層 7 が形成されるべき第二の支持シート 4 として、面積  $0.01 \text{ mm}^2$  あたりの表面に、接着層 10 を介して、セラミックグリーンシート 2 と、電極層 6 およびスペーサ層 7 とを加圧したときに、セラミックグリーンシート 2 中に、セラミックグリーンシート 2 の厚さの  $1/2$  以上にわたり、突出可能な突起が 1 以下であり、かつ、面積  $100 \text{ mm}^2$  あたりの表面に、接着層を介して、セラミックグリーンシート 2 と、電極層 6 およびスペーサ層 7 とを加圧したときに、セラミックグリーンシートを貫通可能な突起が 1 以下である表面粗さを有する支持シートが選ばれているから、第一の支持シート 1 の表面上に、きわめて薄いグリーンシート 2 を形成した場合においても、接着層 10 を介して、セラミックグリーンシート 2 と、電極層 6 およびスペーサ層 7 とを加圧して、セラミックグリーンシート 2 と、電極層 6 およびスペーサ層 7 を接着させたときに、第二の支持シート 4 の表面に形成された突起によって、セラミックグリーンシート 2 が損傷されることを効果的に防止することが可能になる。したがって、所定の数の積層体ユニットが積層されて、作製された積層セラミックコンデンサがショート不良を起こすことを効果的に防止することができる。

#### 【0299】

さらに、本実施態様によれば、電極層 6 および電極層 6 よりも密度が小さく、圧縮率が高いスペーサ層 7 が、 $t_s / t_e = 1.1$  を満たすように形成されているから、電極層 6 およびスペーサ層 7 を、接着層 10 を介して、セラミックグリーンシート 2 上に転写する際に、一对の加圧ローラ 17、18 によって、スペーサ層 7 が圧縮されて、スペーサ層 7 のみならず、電極層 6 も、接着層 10 を介して、セラミックグリーンシート 2 の表面に確実に接着され、したがって、第二の支持シート 4 を剥離するときに、電極層 6 が、第二の支持シート 4 とともに、セラミックグリーンシート 2 から剥離することを効果的に防止することができる。

## 【0300】

## 【実施例】

以下、本発明の効果を、より一層明らかにするため、実施例および比較例を掲げる。

## 【0301】

## 実施例 1

セラミックグリーンシート用の誘電体ペーストの調製

以下の組成を有する誘電体粉末を調製した。

## 【0302】

BaTiO<sub>3</sub> 粉末 (堺化学工業株式会社製: 商品名「BT-02」)

100重量部

MgCO<sub>3</sub>

0.72重量部

MnO

0.13重量部

(Ba<sub>0.6</sub>Ca<sub>0.4</sub>)SiO<sub>3</sub>

1.5重量部

Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

1.0重量部

こうして調製した誘電体粉末100重量部に対して、以下の組成を有する有機ビヒクルを加え、ボールミルを用いて、20時間にわたって、混合し、セラミックグリーンシート用の誘電体ペーストを調製した。

## 【0303】

ポリビニルブチラール樹脂 (バインダ)

6重量部

フタル酸ビス (2エチルヘキシル)

3重量部

(DOP: 可塑剤)

エタノール

78重量部

n-プロパノール

78重量部

キシレン

14重量部

ミネラルスピリット

7重量部

分散剤

0.7重量部

剥離層用の誘電体ペーストの調製



BaTiO<sub>3</sub> 粉末（堺化学工業株式会社製：商品名「BT-01」）を用いた以外は、セラミックグリーンシート用の誘電体ペーストを調製したのと、全く同様にして、誘電体ペーストを調製し、エタノールと、プロパノールと、キシレンの混合溶液（混合比 42.5 : 42.5 : 15）によって、誘電体ペーストを希釈して、剥離層用の誘電体ペーストを調製した。

#### 【0304】

##### 接着剤ペーストの調製

以下の組成を有する有機ビヒクルを調製し、得られた有機ビヒクルを、メチルエチルケトンによって、10 倍に希釈して、接着剤用のペーストを調製した。

#### 【0305】

ポリビニルブチラル樹脂（バインダ）	100 重量部
フタル酸ビス（2 エチルヘキシル）	50 重量部
（DOP：可塑剤）	
メチルエチルケトン	900 重量部

##### 電極用のペーストの調製

100 重量部の平均粒径が 0.2 μm の Ni 粒子に対して、以下の組成の溶液を加え、ボールミルによって、20 時間にわたり、混合して、スラリーを得た。

#### 【0306】

BaTiO <sub>3</sub> 粉末（堺化学工業株式会社製：商品名「BT-02」）	20 重量部
有機ビヒクル	58 重量部
フタル酸ビス（2 エチルヘキシル）	50 重量部
（DOP：可塑剤）	
ターピネオール	5 重量部
分散剤	1 重量部
アセトン	45 重量部

ここに、有機ビヒクルは、8 重量部のポリビニルブチラル樹脂を、92 重量部のターピネオールに溶解して、調製した。

#### 【0307】

こうして得られたスラリーを、40℃で、加熱し、攪拌して、余剰のアセトン  
を揮発させ、電極層用のペーストを調製した。

### 【0308】

#### スペーサ層用の誘電体ペーストの調製

セラミックグリーンシート用の誘電体ペーストを調製するのに用いた誘電体粉  
末100重量部に対して、以下の組成を有する溶液を加え、ボールミルを用いて  
、20時間にわたり、混合して、スラリーを得た。

### 【0309】

有機ビヒクル	71重量部
フタル酸ビス（2エチルヘキシル）	50重量部
（DOP：可塑剤）	
ターピネオール	5重量部
分散剤	1重量部
アセトン	64重量部

ここに、有機ビヒクルは、8重量部のポリビニルブチラル樹脂を、92重量  
部のターピネオールに溶解して、調製した。

### 【0310】

こうして得られたスラリーを、40℃で、加熱し、攪拌して、余剰のアセトン  
を揮発させ、スペーサ層用のペーストを調製した。

### 【0311】

#### セラミックグリーンシートの作製

ワイヤーバーコーターを用いて、第一のポリエチレンテレフタレートフィルム  
の表面に、セラミックグリーンシート用の誘電体ペーストを塗布し、乾燥させ、  
1μmの厚さのセラミックグリーンシートを作製した。

### 【0312】

#### 剥離層、電極層およびスペーサ層の形成

ワイヤーバーコーターを用いて、第二のポリエチレンテレフタレートフィルム  
の表面に、剥離層用の誘電体ペーストを塗布し、乾燥させ、0.2μmの厚さの  
剥離層を形成した。

## 【0313】

こうして形成された剥離層の表面に、スクリーン印刷法を用いて、所定のパターンで、電極層用のペーストを印刷し、 $1.0\mu\text{m}$ の厚さの電極層を形成した。

## 【0314】

次いで、電極層が形成されていない剥離層の表面に、スクリーン印刷法を用いて、電極層と相補的なパターンで、スペーサ層用の誘電体ペーストを印刷して、 $1.0\mu\text{m}$ の厚さのスペーサ層を形成した。

## 【0315】

接着層の形成

ワイヤーバーコーターを用いて、第三のポリエチレンテレフタレートフィルムの表面に、接着剤ペーストを塗布し、 $0.1\mu\text{m}$ の厚さの接着層を形成した。

## 【0316】

接着層の転写

図5に示された接着・剥離装置を用いて、電極層およびスペーサ層の表面に、第三のポリエチレンテレフタレートフィルムの表面に形成された接着層を接着し、第三のポリエチレンテレフタレートフィルムを剥離して、電極層およびスペーサ層の表面に、接着層を転写した。

## 【0317】

一对の加圧ローラのニップ圧力は、 $1\text{MPa}$ で、温度は、 $50^\circ\text{C}$ であった。

## 【0318】

電極層およびスペーサ層の表面へのセラミックグリーンシートの転写

図6に示された接着装置を用いて、電極層およびスペーサ層の表面に転写された接着層を介して、電極層およびスペーサ層と、セラミックグリーンシートを接着した。

## 【0319】

一对の加圧ローラのニップ圧力は、 $5\text{MPa}$ で、温度は、 $100^\circ\text{C}$ であった。

## 【0320】

次いで、セラミックグリーンシートから、第一のポリエチレンテレフタレートフィルムを剥離し、第二のポリエチレンテレフタレートフィルム上に、剥離層、

電極層、スペーサ層、接着層およびセラミックグリーンシートが積層された積層体ユニットを得た。

#### 【0321】

##### 支持体の準備

1. 5重量%のポリビニルブチラールと、0.75重量%のジオクチルフタレートを含むエタノール溶液を調製し、ポリエチレンテレフタレートフィルムによって形成されたシートの表面に塗布して、 $0.02\mu\text{m}$ の厚さの粘着層を形成した。

#### 【0322】

粘着層の形成に先立って、株式会社キーエンス製の超深度形状測定顕微鏡「VK-8550」（商品名）を用いて、粘着層を形成すべきポリエチレンテレフタレートフィルムの表面を観察したところ、 $0.01\text{mm}^2$ あたりの表面に、 $0.5\mu\text{m}$ 以上で、 $1\mu\text{m}$ 未満の高さを有する突起は存在せず、 $100\text{mm}^2$ あたりの表面に、 $1\mu\text{m}$ 以上の高さを有する突起が存在しないことが認められた。

#### 【0323】

次いで、粘着層が形成されたシートを、 $60\text{mm}\times 70\text{mm}$ のサイズに裁断して、支持体を作製し、基板上に固定した。

#### 【0324】

##### 積層体ユニットの積層

積層体ユニットのセラミックグリーンシートの表面が、支持体の表面に形成された粘着層の表面に接触するように、積層体ユニットを位置決めし、 $50^\circ\text{C}$ の温度下において、 $2\text{MPa}$ の圧力で、5秒間にわたり、加圧して、積層体ユニットを、支持体の表面に形成された粘着層に接着して、支持体上に積層した。

#### 【0325】

次いで、積層体ユニットの剥離層から、第二のポリエチレンテレフタレートフィルムを剥離した。

#### 【0326】

##### 新たに積層すべき積層体ユニットの準備

さらに、ワイヤーバーコーターを用いて、第三のポリエチレンテレフタレート

フィルムの表面に、接着剤ペーストを塗布して、 $0.1\ \mu\text{m}$ の厚さの接着層を形成し、図5に示された接着・剥離装置を用いて、新たに積層すべき積層体ユニットのセラミックグリーンシートの表面に、第三のポリエチレンテレフタレートフィルムの表面に形成された接着層を接着し、第三のポリエチレンテレフタレートフィルムを剥離して、新たに積層すべき積層体ユニットのセラミックグリーンシートの表面に、接着層を転写した。

#### 【0327】

##### 積層体ブロックの作製

さらに、新たな積層体ユニットのセラミックグリーンシート上に転写された接着層の表面が、支持体上に積層された積層体ユニットの剥離層の表面に接触するように位置決めして、 $50^{\circ}\text{C}$ の温度下において、 $2\text{MPa}$ の圧力で、5秒間にわたり、加圧し、支持体上に積層された積層体ユニットに、新たな積層体ユニットを積層した。

#### 【0328】

積層後、新たに積層した積層体ユニットの剥離層から、第二のポリエチレンテレフタレートフィルムを剥離した。

#### 【0329】

同様にして、合計10の積層体ユニットを、支持体上に積層して、積層体ブロックを作製した。

#### 【0330】

さらに、同様にして、それぞれが、10の積層体ユニットを含む3つの積層体ブロックを作製した。

#### 【0331】

##### セラミックグリーンチップの作製

積層セラミックコンデンサの蓋部分を形成する外層上に、約 $50\ \mu\text{m}$ の厚さの接着層を形成し、接着層の表面に、積層体ブロックのセラミックグリーンシートが接触するように、積層体ブロックを位置決めし、 $50^{\circ}\text{C}$ の温度下において、 $2\text{MPa}$ の圧力で、5秒間にわたり、加圧して、外層上に、積層体ブロックを積層した。

## 【0332】

積層後、積層体ブロックから、支持体を剥離した。

## 【0333】

さらに、外層上に積層された積層体ブロックの表面に、約  $50\text{ }\mu\text{m}$  の厚さの接着層を形成し、外層上に積層された積層体ブロックの接着層の表面に、新たな積層体ブロックのセラミックグリーンシートが接触するように、新たな積層体ブロックを位置決めし、 $50^{\circ}\text{C}$  の温度下において、 $2\text{MPa}$  の圧力で、5秒間にわたり、加圧して、外層上に積層された積層体ブロック上に、新たな積層体ブロックを積層した。

## 【0334】

同様にして、外層上に、合計3つの積層体ブロックを積層し、最上に積層体ブロックの表面に、約  $50\text{ }\mu\text{m}$  の厚さの接着層を形成し、接着層上に、積層セラミックコンデンサの蓋部分を形成する外層を接着して、積層体ブロック上に積層した。

## 【0335】

こうして得られた30の積層体ユニットを含む積層体を、 $40^{\circ}\text{C}$  の温度下において、 $100\text{MPa}$  の圧力で、30秒間にわたり、加圧して、プレス成形し、ダイシング加工機によって、所定のサイズに裁断し、セラミックグリーンチップを作製した。

## 【0336】

積層セラミックコンデンサの作製

こうして作製されたセラミックグリーンチップを、窒素ガスの雰囲気下において、以下の条件で処理し、バインダを除去した。

## 【0337】

昇温温度： $50^{\circ}\text{C}$  / 時間

保持温度： $400^{\circ}\text{C}$

保持時間：2時間

バインダを除去した後、セラミックグリーンチップを、露点  $20^{\circ}\text{C}$  に制御された窒素ガスと水素ガスの混合ガスの雰囲気下において、以下の条件で処理し、焼

成した。

【0338】

昇温温度：300℃/時間

保持温度：1240℃

保持時間：3時間

冷却速度：300℃/時間

さらに、焼成したセラミックグリーンチップに、露点20℃に制御された窒素ガスの雰囲気下において、以下の条件で、アニール処理を施した。

【0339】

保持時間：2時間

冷却速度：300℃/時間

こうして得られた焼結体に、端面研磨を施した後、露点20℃に制御された窒素ガスと水素ガスの混合ガスの雰囲気下において、以下の条件で、端子電極用ペーストを焼き付けて、端子電極を形成した。

【0340】

昇温温度：500℃/時間

保持温度：700℃

保持時間：10分

冷却速度：500℃/時間

さらに、端子電極上に、めっきを施して、積層セラミックコンデンサを作成した。

【0341】

以上のようにして得られた積層セラミックコンデンサのサンプルは、セラミックグリーンシートの積層数が30層であり、サイズは、長さが1.6mmで、幅が0.8mmであった。

【0342】

全く同様にして、合計100個の積層セラミックコンデンサのサンプルを作製した。

【0343】

### ショート率の測定

これら 100 個の積層セラミックコンデンサのサンプルについて、高抵抗計を用いて、ショート不良を検査した。

#### 【0344】

得られた抵抗値が  $1\text{ M}\Omega$  以下のものをショート不良とし、ショート不良が認められたサンプル数を求め、サンプル総数に対する割合 (%) を算出して、ショート率を測定した。

#### 【0345】

その結果、ショート率は 0 % であった。

#### 【0346】

##### 実施例 2

株式会社キーエンス製の超深度形状測定顕微鏡「VK-8550」(商品名)を用いて、粘着層を形成すべきポリエチレンテレフタレートフィルムの表面を観察した結果、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$  以上で、 $1\text{ }\mu\text{m}$  未満の高さを有する突起が、 $0.01\text{ m}^2$  あたりの表面に、1 個だけ存在し、 $1\text{ }\mu\text{m}$  以上の高さを有する突起が、 $100\text{ mm}^2$  あたりの表面に、1 個だけ存在することが確認されたポリエチレンテレフタレートフィルムを用いて、支持体を形成した以外は、実施例 1 と同様にして、積層セラミックコンデンサを作製し、ショート率を測定したところ、ショート率は 20 % であった。

#### 【0347】

##### 実施例 3

$2\text{ }\mu\text{m}$  の厚さを有するセラミックグリーンシートを形成した以外は、実施例 1 と同様にして、積層セラミックコンデンサを作製し、ショート率を測定したところ、ショート率は 0 % であった。

#### 【0348】

##### 実施例 4

$2\text{ }\mu\text{m}$  の厚さを有するセラミックグリーンシートを形成し、株式会社キーエンス製の超深度形状測定顕微鏡「VK-8550」(商品名)を用いて、粘着層を形成すべきポリエチレンテレフタレートフィルムの表面を観察した結果、 $0.5$



$\mu\text{m}$ 以上で、 $1\mu\text{m}$ 未満の高さを有する突起が、 $0.01\text{mm}^2$ あたりの表面に、1個だけ存在し、 $1\mu\text{m}$ 以上の高さを有する突起が、 $100\text{mm}^2$ あたりの表面に、1個だけ存在することが確認されたポリエチレンテレフタレートフィルムを用いて、支持体を形成した以外は、実施例1と同様にして、積層セラミックコンデンサを作製し、ショート率を測定したところ、ショート率は、10%であった。

#### 【0349】

##### 比較例1

株式会社キーエンス製の超深度形状測定顕微鏡「VK-8550」（商品名）を用いて、粘着層を形成すべきポリエチレンテレフタレートフィルムの表面を観察した結果、 $0.5\mu\text{m}$ 以上で、 $1\mu\text{m}$ 未満の高さを有する突起が、 $0.01\text{mm}^2$ あたりの表面に、2個存在し、 $1\mu\text{m}$ 以上の高さを有する突起が、 $100\text{mm}^2$ あたりの表面に、2個存在することが確認されたポリエチレンテレフタレートフィルムを用いて、支持体を形成した以外は、実施例1と同様にして、積層セラミックコンデンサを作製し、ショート率を測定したところ、ショート率は40%であった。

#### 【0350】

##### 比較例2

株式会社キーエンス製の超深度形状測定顕微鏡「VK-8550」（商品名）を用いて、粘着層を形成すべきポリエチレンテレフタレートフィルムの表面を観察した結果、 $0.5\mu\text{m}$ 以上で、 $1\mu\text{m}$ 未満の高さを有する突起が、 $0.01\text{mm}^2$ あたりの表面に、6個存在し、 $1\mu\text{m}$ 以上の高さを有する突起が、 $100\text{mm}^2$ あたりの表面に、5個存在することが確認されたポリエチレンテレフタレートフィルムを用いて、支持体を形成した以外は、実施例1と同様にして、積層セラミックコンデンサを作製し、ショート率を測定したところ、ショート率は100%であった。

#### 【0351】

実施例1および2ならびに比較例1および2から、その上に、積層体ユニットが積層されるべき支持体が、面積 $0.01\text{mm}^2$ あたりの表面に、その表面に積

層されるべき積層体ユニットのセラミックグリーンシート中に、セラミックグリーンシートの厚さの $1/2$ 以上にわたって、突出可能な2以上の突起が存在する場合および面積 $100\text{mm}^2$ あたりの表面に、セラミックグリーンシートを貫通可能な2以上の突起が存在する場合には、支持体の表面に形成された突起によって、セラミックグリーンシートが損傷され、積層体ユニットが積層されて、作製された積層セラミックコンデンサのショート率は高いのに対して、その上に、積層体ユニットが積層されるべき支持体が、面積 $0.01\text{mm}^2$ あたりの表面に、その表面に積層されるべき積層体ユニットのセラミックグリーンシート中に、セラミックグリーンシートの厚さの $1/2$ 以上にわたって、突出可能な突起が1以下であり、面積 $100\text{mm}^2$ あたりの表面に、セラミックグリーンシートを貫通可能な突起が1以下の表面粗さを有しているときは、支持体の表面に形成された突起によって、セラミックグリーンシートが損傷されることが防止され、積層体ユニットが積層されて、作製された積層セラミックコンデンサのショート率を大幅に低下させることが可能になることが判明した。

#### 【0352】

本発明は、以上の実施態様に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

#### 【0353】

たとえば、前記実施態様および前記実施例においては、積層セラミックコンデンサは、第三の支持シート9の表面に形成された接着層10を、第二の支持シート4に形成された電極層6およびスペーサ層7の表面に転写し、第三の支持シート9を接着層10から剥離し、接着層10を介して、セラミックグリーンシート2と、電極層6およびスペーサ層7とを接着し、第一の支持シート1をセラミックグリーンシート2から剥離して、積層体ユニット20を作製し、セラミックグリーンシート2の表面が、支持体28上に形成された粘着層27の表面に接触するように、積層体ユニット20を位置決めして、積層体ユニット20上に圧力を加え、積層体ユニット20のセラミックグリーンシート2を粘着層27に接着して、支持体28に積層し、積層体ユニット20の剥離層5から、第二の支持シ

ト 4 を剥離し、さらに、セラミックグリーンシート 2 の表面に、接着層 10 が転写された積層体ユニット 20 を、支持体 28 上に積層された積層体ユニット 20 の剥離層 5 の表面上に、積層して、新たに積層された積層体ユニット 20 の剥離層 5 から、第二の支持シート 4 を剥離し、同様にして、支持体 28 上に積層された積層体ユニット 20 の剥離層 5 上に、所望の数の積層体ユニット 20 を積層して、積層体ブロック 40 を作製し、基台 30 上に固定された外層 33 上に、積層体ブロック 40 の剥離層 5 が、外層 33 上に形成された接着層 32 の表面に接着するように、積層体ブロック 40 を積層し、積層体ブロック 40 のセラミックグリーンシート 2 から、支持体 28 を剥離し、さらに、同様にして、外層 33 上に積層された積層体ブロック 40 の剥離層 5 上に、所望の数の積層体ブロック 40 を積層することによって、製造されるように構成されているが、第三の支持シート 9 の表面に形成された接着層 10 を、第一の支持シート 1 に形成されたセラミックグリーンシート 2 の表面に転写し、第三の支持シート 9 を接着層 10 から剥離し、接着層 10 を介して、セラミックグリーンシート 2 と、電極層 6 およびスペーサ層 7 とを接着し、第二の支持シート 4 を電極層 6 およびスペーサ層 7 から剥離して、積層体ユニット 20 を作製し、剥離層 5 の表面が、支持体 28 上に形成された粘着層 27 の表面に接触するように、積層体ユニット 20 を位置決めして、積層体ユニット 20 上に圧力を加え、積層体ユニット 20 の剥離層 5 を粘着層 27 に接着して、支持体 28 に積層し、積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 から、第一の支持シート 1 を剥離し、さらに、剥離層の表面に、接着層 10 が転写された積層体ユニット 20 を、支持体 28 上に積層された積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 の表面上に、積層して、新たに積層された積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 から、第一の支持シート 1 を剥離し、同様にして、支持体 28 上に積層された積層体ユニット 20 のセラミックグリーンシート 2 上に、所望の数の積層体ユニット 20 を積層して、積層体ブロック 40 を作製し、基台 30 上に固定された外層 33 上に、積層体ブロック 40 のセラミックグリーンシート 2 が、外層 33 上に形成された接着層 32 の表面に接着するように、積層体ブロック 40 を積層し、積層体ブロック 40 の剥離層 5 から、支持体 28 を剥離し、さらに、同様にして、外層 33 上に積層さ

れた積層体ブロック 40 のセラミックグリーンシート 2 上に、所望の数の積層体ブロック 40 を積層することによって、積層セラミックコンデンサを製造するようにしてもよい。

#### 【0354】

この場合には、第三の支持シート 9 の表面に形成された突起によって、セラミックグリーンシート 2 が損傷されることを防止するため、第三の支持シート 9 として、面積  $0.01\text{mm}^2$  あたりの表面に、接着層 10 をセラミックグリーンシート 2 の表面に転写したときに、セラミックグリーンシート 2 中に、セラミックグリーンシート 2 の厚さの  $1/2$  以上にわたって、突出可能な突起が 1 以下であり、かつ、面積  $100\text{mm}^2$  あたりの表面に、接着層 10 をセラミックグリーンシート 2 の表面に転写したときに、セラミックグリーンシート 2 を貫通可能な突起が 1 以下である表面粗さを有する支持シートを用いることが望ましい。

#### 【0355】

また、前記実施態様においては、第三の支持シート 9 に形成された接着層 10 を、第二の支持シート 4 上に形成された電極層 6 およびスペーサ層 7 の表面に転写し、接着層 10 から、第三の支持シート 9 を剥離した後に、接着層 10 を介して、セラミックグリーンシート 2 と、電極層 6 およびスペーサ層 7 とを接着して、積層体ユニット 20 を作製しているが、第三の支持シート 9 に形成された接着層 10 を、第二の支持シート 4 に形成された電極層 6 およびスペーサ層 7 の表面に転写し、接着層 10 から、第三の支持シート 9 を剥離した後に、接着層 10 を介して、セラミックグリーンシート 2 と、電極層 6 およびスペーサ層 7 とを接着して、積層体ユニット 20 を作製することは必ずしも必要でなく、電極層 6 およびスペーサ層 7 が乾燥した後、誘電体ペーストを、電極層 6 およびスペーサ層 7 の表面に塗布して、セラミックグリーンシート 2 を形成するようにしてもよく、あるいは、第一の支持シート 1 上に形成されたセラミックグリーンシート 2 の表面に、電極ペーストを印刷して、電極層 6 を形成し、誘電体ペーストを印刷して、スペーサ層 7 を形成するようにしてもよい。

#### 【0356】

さらに、前記実施態様においては、第一の支持シート 1 の表面に形成された突

起によって、セラミックグリーンシート 2 が損傷されることを防止するために、第一の支持シート 1 として、面積  $0.01\text{ mm}^2$  あたりの表面に、その表面に形成されるべきセラミックグリーンシート 2 中に、セラミックグリーンシート 2 の厚さの  $1/2$  以上にわたり、突出可能な突起が 1 以下であり、面積  $100\text{ mm}^2$  あたりの表面に、セラミックグリーンシート 2 を貫通可能な突起が 1 以下の表面粗さを有する支持シートが用いられているが、第一の支持シート 1 として、面積  $0.01\text{ mm}^2$  あたりの表面に、その表面に形成されるべきセラミックグリーンシート 2 中に、セラミックグリーンシート 2 の厚さの  $1/2$  以上にわたり、突出可能な突起が 1 以下であり、面積  $100\text{ mm}^2$  あたりの表面に、セラミックグリーンシート 2 を貫通可能な突起が 1 以下の表面粗さを有する支持シートを用いることは必ずしも必要でない。

#### 【0357】

また、前記実施態様においては、第二の支持シート 4 の表面に形成された突起によって、セラミックグリーンシート 2 が損傷されることを防止するために、第二の支持シート 4 として、面積  $0.01\text{ mm}^2$  あたりの表面に、接着層 10 を介して、電極層 6 およびスペーサ層 7 と、セラミックグリーンシート 2 とを加圧したときに、セラミックグリーンシート 2 中に、セラミックグリーンシート 2 の厚さの  $1/2$  以上にわたり、突出可能な突起が 1 以下であり、かつ、面積  $100\text{ mm}^2$  あたりの表面に、接着層 10 を介して、電極層 6 およびスペーサ層 7 と、セラミックグリーンシート 2 とを加圧したときに、セラミックグリーンシート 2 を貫通可能な突起が 1 以下の表面粗さを有する支持シートが用いられているが、第二の支持シート 4 として、面積  $0.01\text{ mm}^2$  あたりの表面に、接着層 10 を介して、電極層 6 およびスペーサ層 7 と、セラミックグリーンシート 2 とを加圧したときに、セラミックグリーンシート 2 中に、セラミックグリーンシート 2 の厚さの  $1/2$  以上にわたり、突出可能な突起が 1 以下であり、かつ、面積  $100\text{ mm}^2$  あたりの表面に、接着層 10 を介して、電極層 6 およびスペーサ層 7 と、セラミックグリーンシート 2 とを加圧したときに、セラミックグリーンシート 2 を貫通可能な突起が 1 以下の表面粗さを有する支持シートを用いることは必ずしも必要でない。

## 【0358】

さらに、前記実施態様においては、剥離層 5 の表面に、電極層 6 およびスペーサ層 7 を、 $t_s/t_e = 1.1$  となるように形成している ( $t_s$  はスペーサ層 7 の厚さであり、 $t_e$  は電極層 6 の厚さである。) が、 $0.7 \leq t_s/t_e \leq 1.3$  となるように、好ましくは、 $0.8 \leq t_s/t_e \leq 1.1$ 、さらに好ましくは、 $0.9 \leq t_s/t_e \leq 1.1$  となるように、電極層 6 およびスペーサ層 7 を形成すればよく、電極層 6 およびスペーサ層 7 を、 $t_s/t_e = 1.1$  となるように形成することは必ずしも必要でない。

## 【0359】

また、前記実施態様においては、剥離層 5 の表面に、電極層 6 およびスペーサ層 7 が形成されているが、剥離層 5 の表面に、電極層 6 およびスペーサ層 7 を形成することは必ずしも必要でなく、スペーサ層 7 を形成することなく、電極層 6 のみを剥離層 5 上に形成するようにしてもよい。

## 【0360】

さらに、前記実施態様においては、接着層 10 は、帯電防止剤を含んでいるが、接着層 10 が帯電防止剤を含んでいることは必ずしも必要でない。

## 【0361】

また、前記実施態様においては、粘着層 27 が、0.01 重量%ないし 15 重量%のイミダゾリン系界面活性剤を含んでいるが、粘着層 27 が、0.01 重量%ないし 15 重量%のイミダゾリン系界面活性剤を含んでいることは必ずしも必要でなく、粘着層 27 が、ポリアルキレングリコール誘導体系界面活性剤、カルボン酸アミジン塩系界面活性剤などの他の両性界面活性剤を含んでいてもよく、両性活性剤以外の帯電防止剤を含んでいてもよいし、粘着層 27 が、帯電防止剤を含んでいなくてもよい。

## 【0362】

さらに、前記実施態様においては、図 6 に示された接着装置を用いて、セラミックグリーンシート 2 を、接着層 10 を介して、電極層 6 およびスペーサ層 7 の表面に接着させ、しかる後に、第一の支持シート 1 をセラミックグリーンシート 2 から剥離しているが、図 5 に示された接着・剥離装置を用いて、セラミックグ

リーンシート 2 を、接着層 1 0 を介して、電極層 6 およびスペーサ層 7 の表面に接着させるとともに、セラミックグリーンシート 2 から、第一の支持シート 1 を剥離するようにしてもよい。

### 【0.3 6 3】

#### 【発明の効果】

本発明によれば、セラミックグリーンシートと電極層を含む積層体ユニットの損傷を確実に防止しつつ、効率的に、所望の数の積層体ユニットを積層して、積層セラミック電子部品を製造することができる積層セラミック電子部品の製造方法を提供することが可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

図 1 は、第一の支持シートの表面上に、セラミックグリーンシートが形成された状態を示す略一部断面図である。

##### 【図 2】

図 2 は、その表面上に、剥離層および電極層が形成された第二の支持シートの略一部断面図である。

##### 【図 3】

図 3 は、剥離層の表面上に、電極層およびスペーサ層が形成された状態を示す略一部断面図である。

##### 【図 4】

図 4 は、第三の支持シートの表面上に、接着層が形成された接着層シートの略一部断面図である。

##### 【図 5】

図 5 は、第三の支持シート上に形成された接着層を、第二の支持シート上に形成された電極層およびスペーサ層の表面に接着させ、接着層から第三の支持シートを剥離する接着・剥離装置の好ましい実施態様を示す略断面図である。

##### 【図 6】

図 6 は、セラミックグリーンシートの表面に、接着層を介して、電極層およびスペーサ層を接着する接着装置の好ましい実施態様を示す略断面図である。

**【図 7】**

図 7 は、第二の支持シート上に、電極層、スペーサ層、接着層およびセラミックグリーンシートが積層された積層体ユニットの略断面図である。

**【図 8】**

図 8 は、積層体ユニットの積層プロセスの第一のステップを示す略一部断面図である。

**【図 9】**

図 9 は、積層体ユニットの積層プロセスの第二のステップを示す略一部断面図である。

**【図 10】**

図 10 は、積層体ユニットの積層プロセスの第三のステップを示す略一部断面図である。

**【図 11】**

図 11 は、積層体ユニットの積層プロセスの第四のステップを示す略一部断面図である。

**【図 12】**

図 12 は、積層体ユニットの積層プロセスの第五のステップを示す略一部断面図である。

**【図 13】**

図 13 は、基板に固定されている支持体上に積層された積層体ブロックを、積層セラミックコンデンサの外層上に積層する積層プロセスの第一のステップを示す略一部断面図である。

**【図 14】**

図 14 は、基板に固定されている支持体上に積層された積層体ブロックを、積層セラミックコンデンサの外層上に積層する積層プロセスの第二のステップを示す略一部断面図である。

**【図 15】**

図 15 は、基板に固定されている支持体上に積層された積層体ブロックを、積層セラミックコンデンサの外層上に積層する積層プロセスの第三のステップを示す略一部断面図である。





す略一部断面図である。

**【図 16】**

図 16 は、基板に固定されている支持体上に積層された積層体ブロックを、積層セラミックコンデンサの外層上に積層する積層プロセスの第四のステップを示す略一部断面図である。

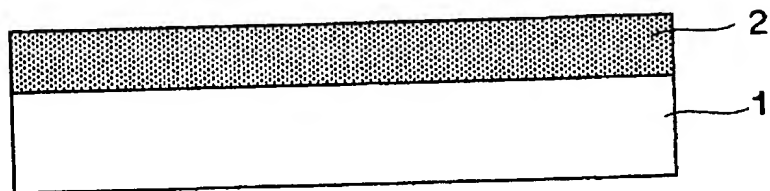
**【符号の説明】**

- 1 第一の支持シート
- 2 セラミックグリーンシート
- 3 第二の支持シート
- 5 剥離層
- 6 電極層
- 7 スペース層
- 9 第三の支持シート
- 10 接着層
- 11 接着層シート
- 15、16 加圧ローラ
- 17、18 加圧ローラ
- 20 積層体ユニット
- 25 基板
- 26 孔
- 27 粘着層
- 28 支持体
- 30 基台
- 31 孔
- 32 接着層
- 33 積層セラミックコンデンサの外層
- 40 積層体ブロック

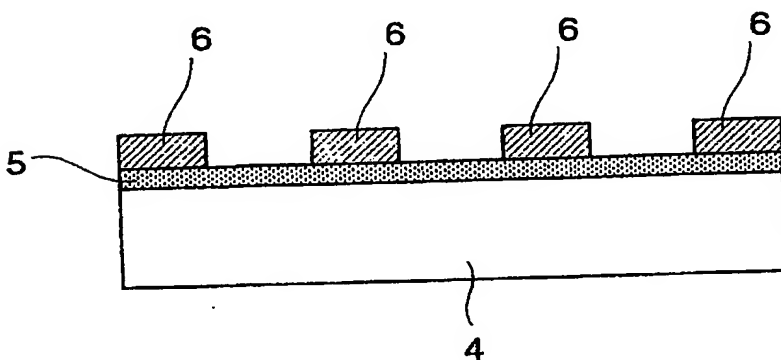
【書類名】

図面

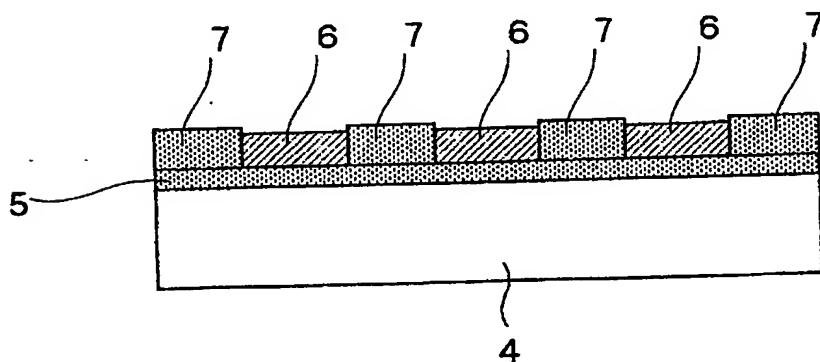
【図 1】



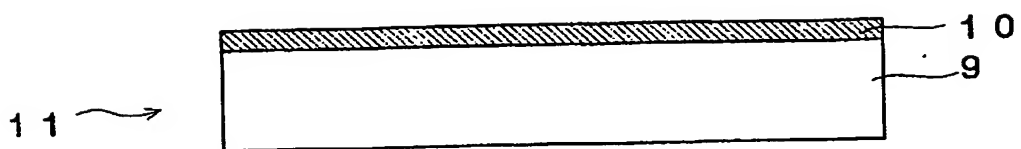
【図 2】



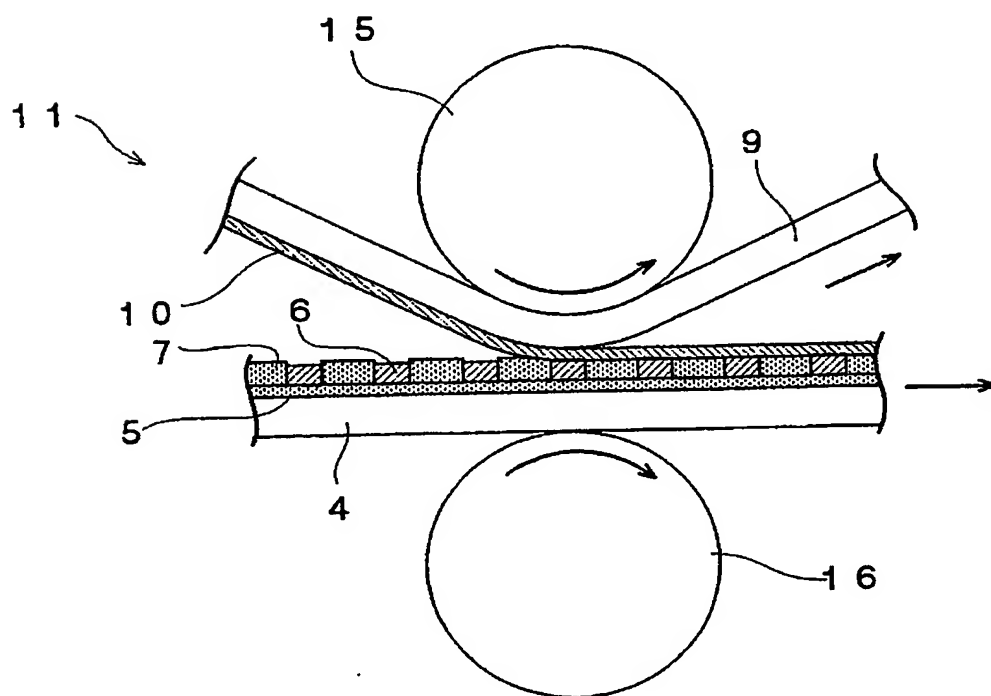
【図 3】



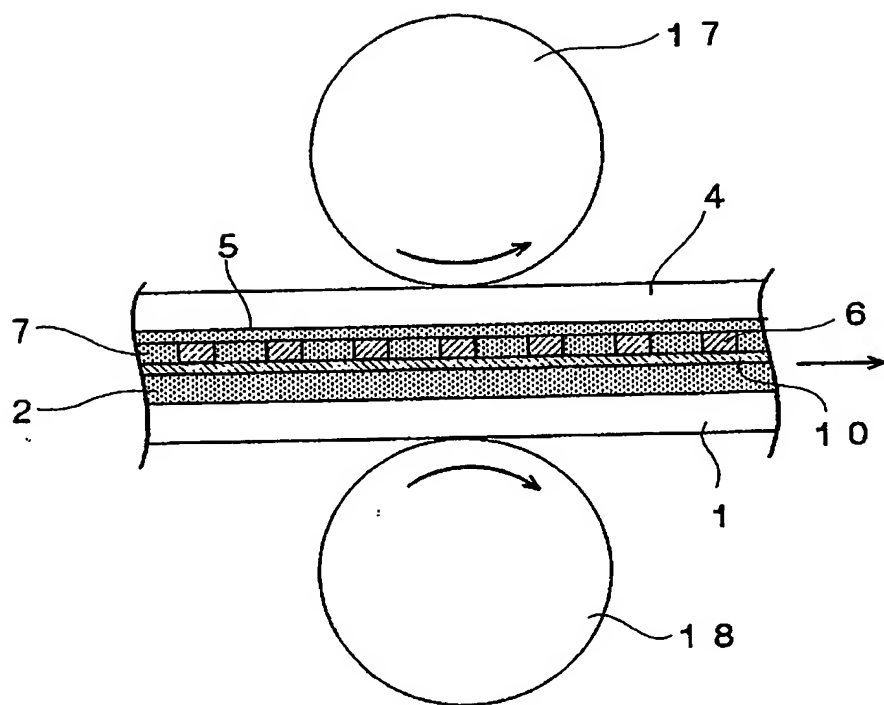
【図 4】



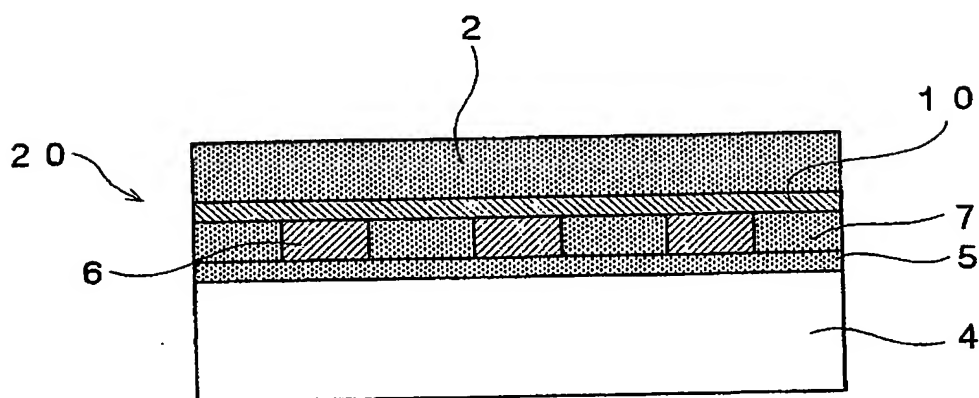
【図 5】



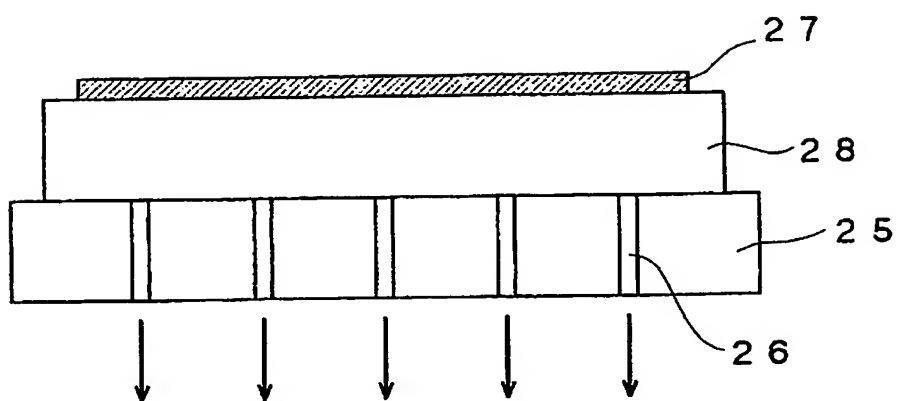
【図 6】



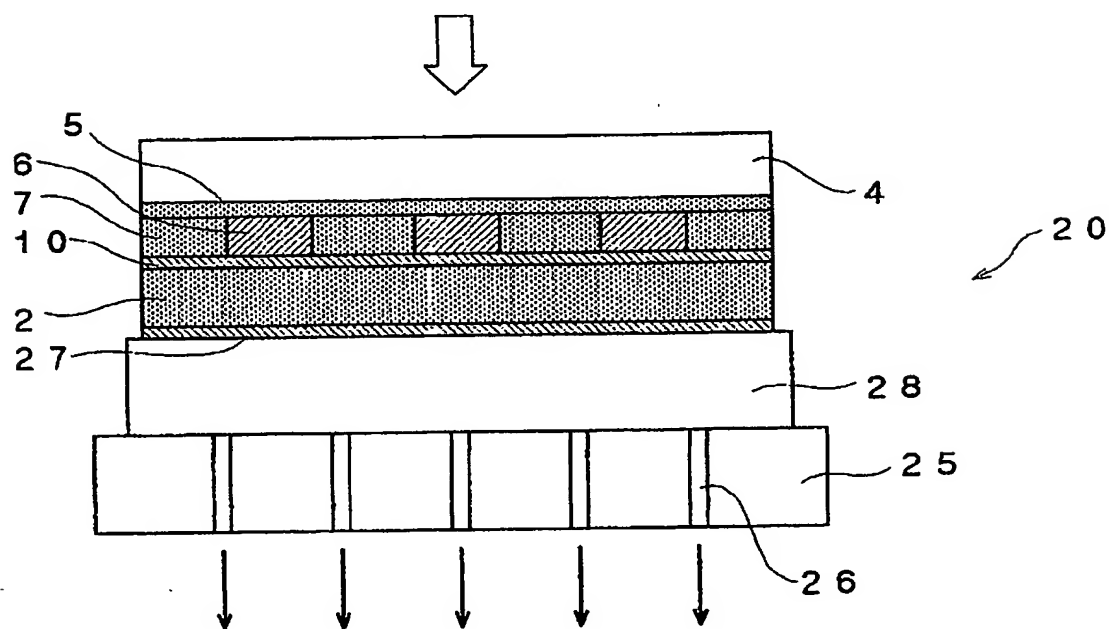
【図 7】



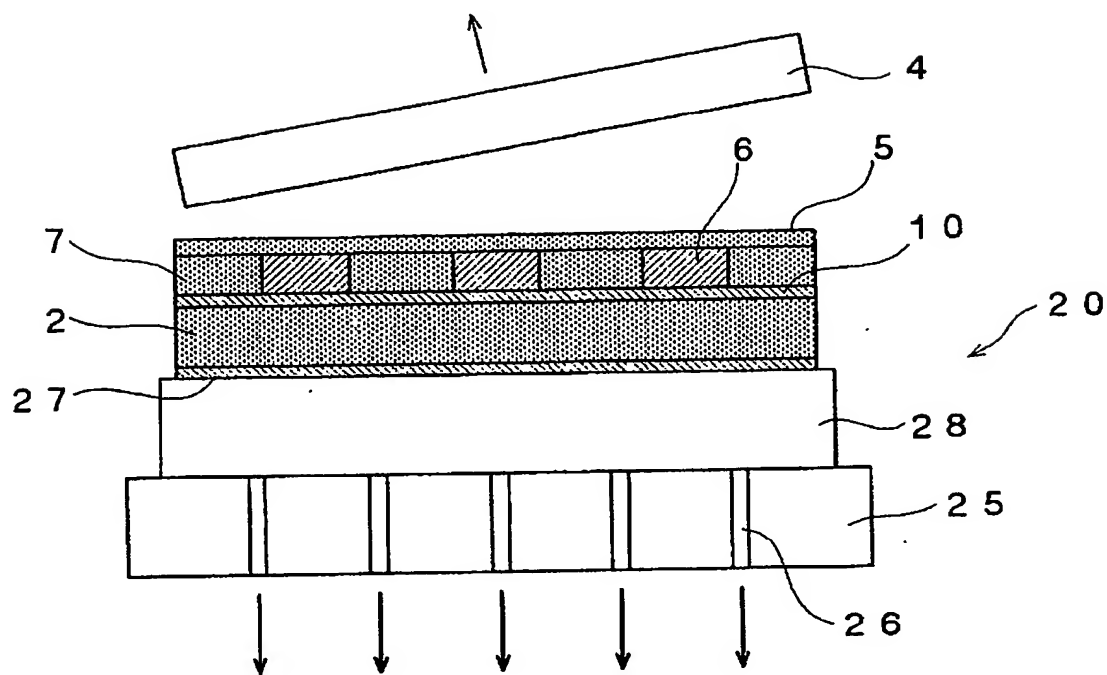
【図 8】



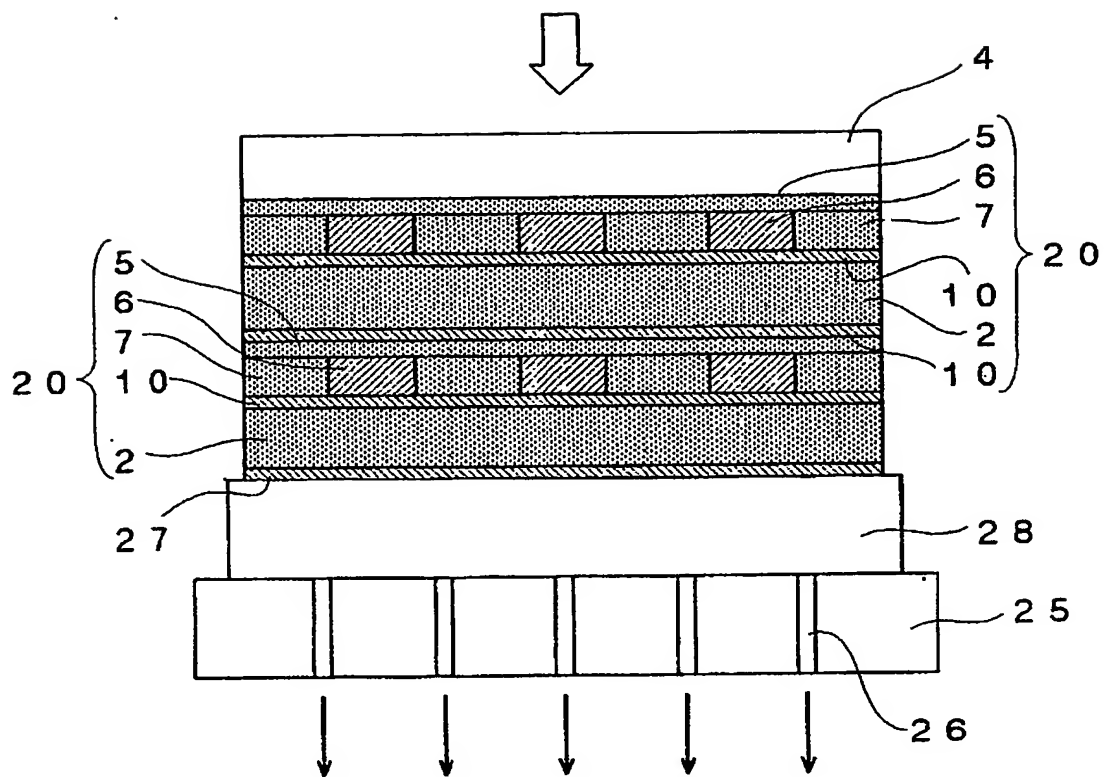
【図 9】



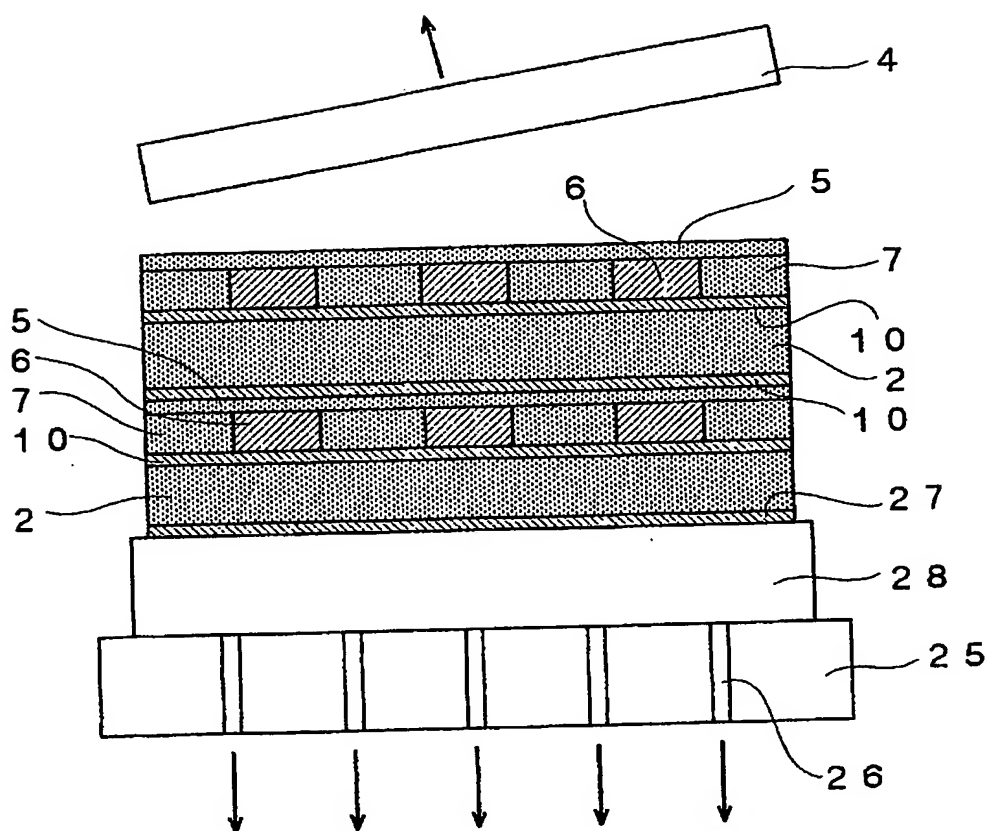
【図 10】



【図 11】

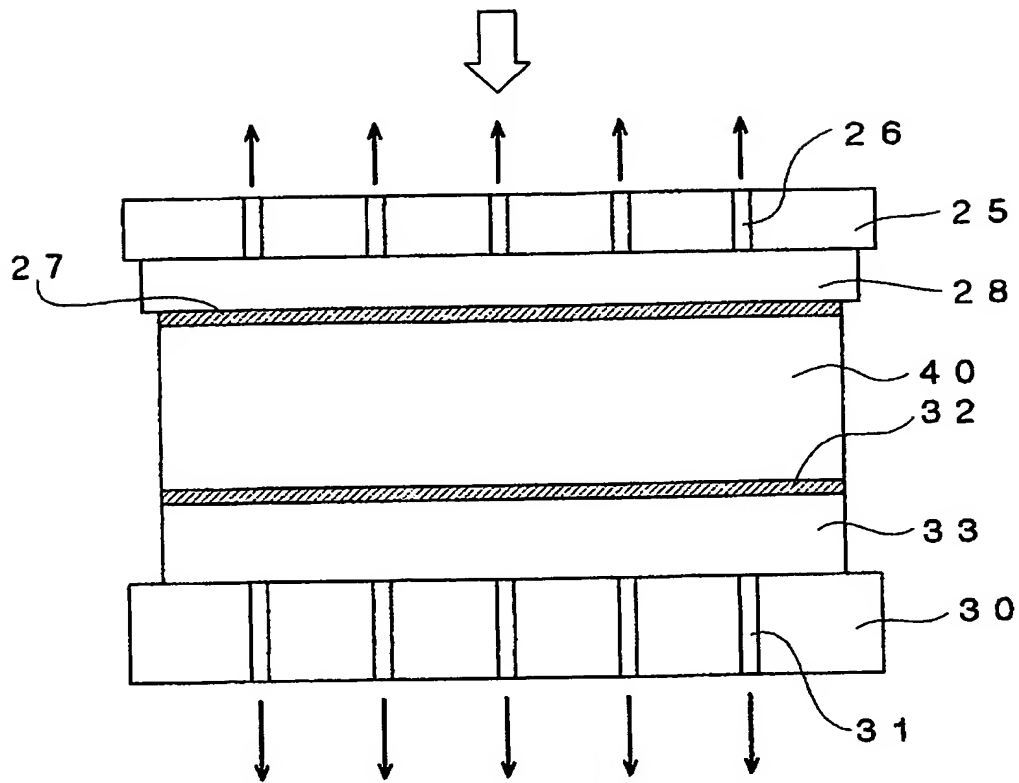


【図 12】

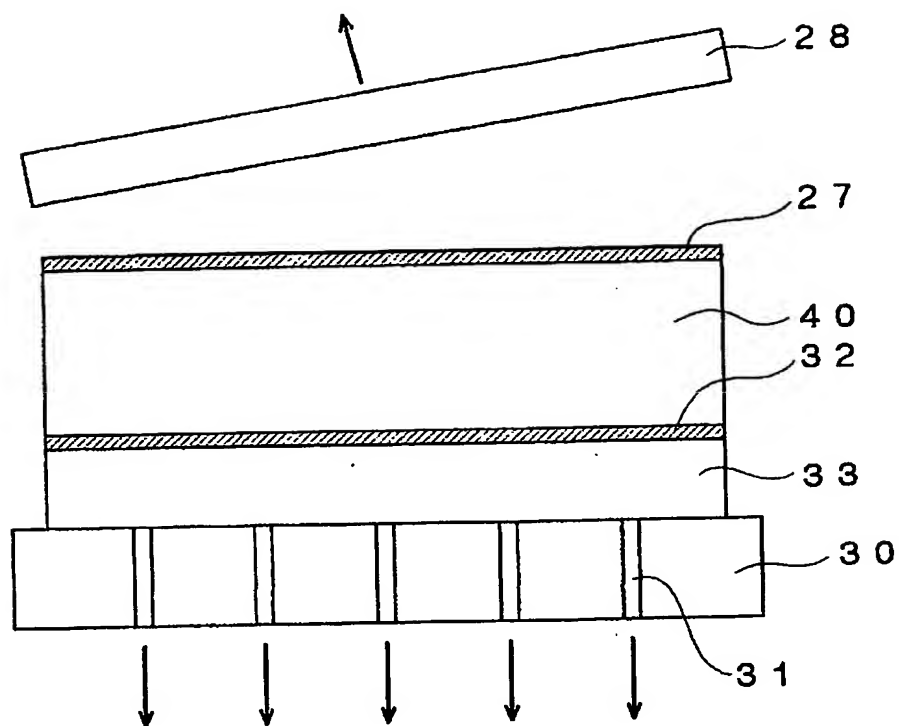




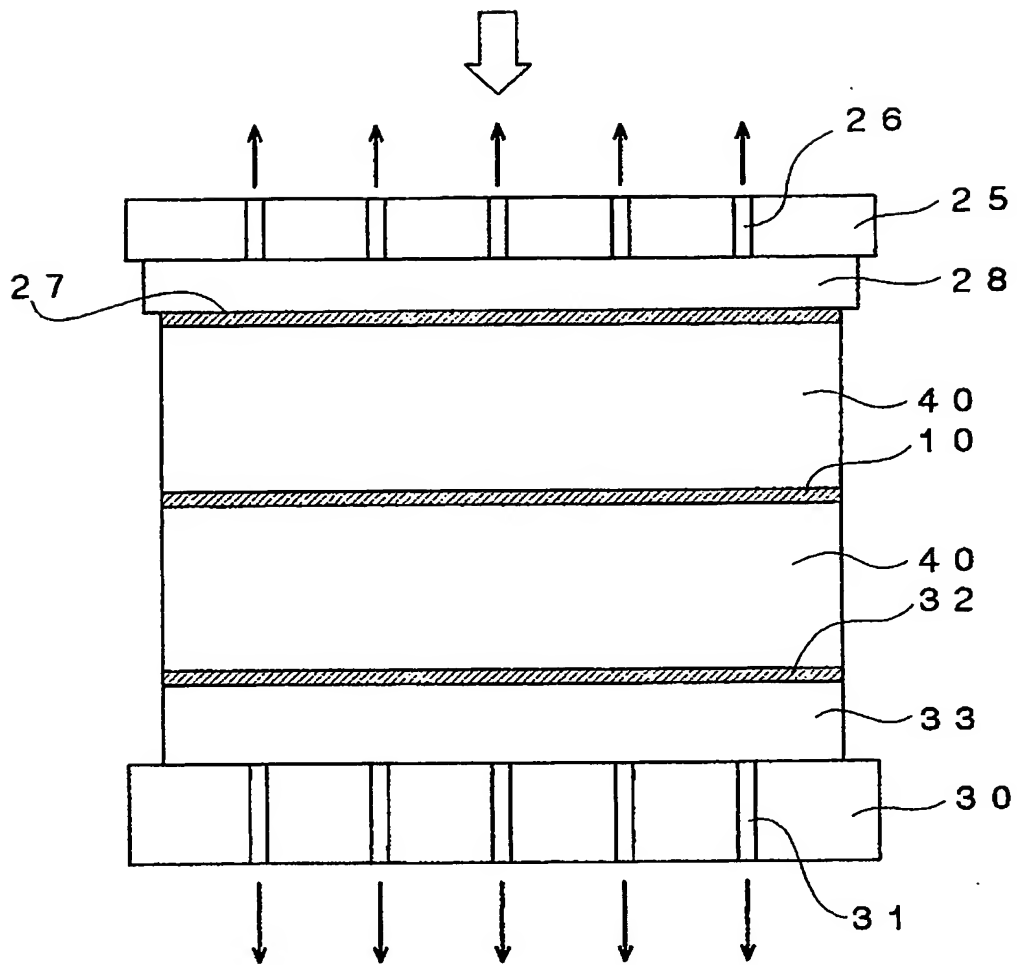
【図 13】



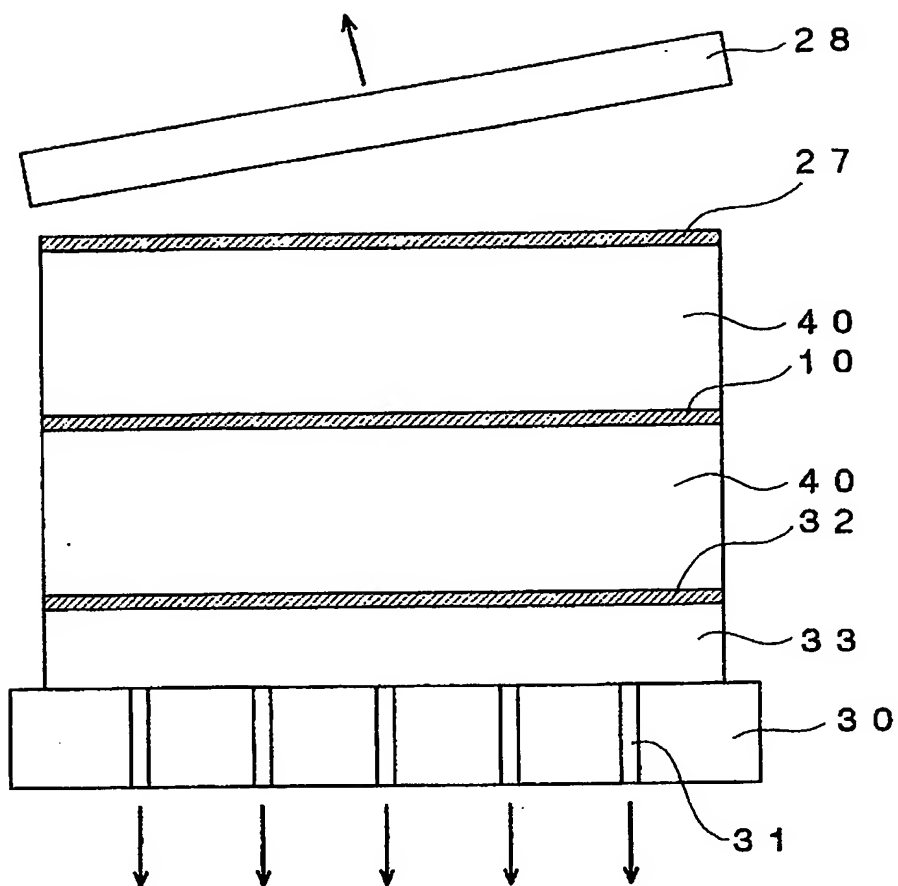
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 セラミックグリーンシートと電極層を含む積層体ユニットの損傷を確実に防止しつつ、効率的に、所望の数の積層体ユニットを積層して、積層セラミック電子部品を製造することができる積層セラミック電子部品の製造方法を提供する。

【解決手段】 支持シート上に形成され、剥離層 5、電極層 6 およびセラミックグリーンシート 2 を含む積層体ユニット 20 を、積層体ユニットの表面が、支持体 28 上に位置するように、位置決めし、支持体に向けて、加圧して、積層体ユニットを積層し、積層セラミック電子部品を製造する方法であって、支持体が、面積  $0.01\text{ mm}^2$  あたりの表面に、支持体上に積層された積層体ユニットのセラミックグリーンシート中に、セラミックグリーンシートの厚さの  $1/2$  以上にわたり、突出可能な突起が 1 以下であり、面積  $100\text{ mm}^2$  あたりの表面に、セラミックグリーンシートを貫通可能な突起が 1 以下の表面粗さを有することを特徴とする積層セラミック電子部品の製造方法。

【選択図】 図 9

## 認定・付加情報

特許出願の番号 特願 2003-096090  
受付番号 50300534134  
書類名 特許願  
担当官 第七担当上席 0096  
作成日 平成15年 4月 1日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】 000003067  
【住所又は居所】 東京都中央区日本橋1丁目13番1号  
【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

## 【代理人】

申請人  
【識別番号】 100078031  
【住所又は居所】 東京都千代田区神田淡路町1-4-1 友泉淡路  
町ビル8階 大石国際特許事務所  
【氏名又は名称】 大石 皓一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100121681  
【住所又は居所】 東京都千代田区神田淡路町1丁目4番1号 友泉  
淡路町ビル8階 大石国際特許事務所  
【氏名又は名称】 緒方 和文

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100126468  
【住所又は居所】 東京都千代田区神田淡路町1丁目4番1号 友泉  
淡路町ビル8階 大石国際特許事務所  
【氏名又は名称】 田久保 泰夫

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 9 6 0 9 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 0 6 7 ]

- |          |                          |
|----------|--------------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 3 0 日      |
| [変更理由]   | 新規登録                     |
| 住 所      | 東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号 |
| 氏 名      | ティーディーケー株式会社             |
|          |                          |
| 2. 変更年月日 | 2 0 0 3 年 6 月 2 7 日      |
| [変更理由]   | 名称変更                     |
| 住 所      | 東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号 |
| 氏 名      | T D K 株式会社               |